

هندسة المضخات

مهندس

محمود ربيع الملط



الناشر // مكتبة
جلال حزي وشركاه

هندسة المضخات والضواغط

الترددية والدورانية والطاردة

تأليف

عادل المهدي

محمود ربيع اللط

الناشر

منشأة المعارف ، جلال حذى وشركاه

٤٤ شارع سعد زغلول - محطة الرمل - ت/ف : ٤٨٣٣٣٠٣ - ٤٨٥٣٠٥٥ الإسكندرية

٣٢ شارع دكتور مصطفى مشرفة - سوثير - ت : ٤٨٤٣٦٦٢ - ٤٨٥٤٣٣٨ الإسكندرية

الإدارة : ٢٤ شارع إبراهيم سيد أحمد - محرم بك - ت/ف : ٣٩٢٢١٦٤ الإسكندرية

حقوق التأليف:

جميع حقوق التأليف والطبع محفوظة، ولا يجوز إعادة طبع وإستخدام كل أو أى جزء من هذا الكتاب
الا وفقا للأصول العلمية والقانونية المتعارف عليها .

الإيداع بدار الكتب و الوثائق القومية :

الدكتور /ربيع الملط

هندسة المضخات

رقم الإيداع : ٢٠٠٠/١٧٠٤٤

الترقيم الدولى : 4 - 0837 - 03 - 977

التجهيزات الفنية

طباعة: مطبعة الدلتا

ت: ٥٩٠١٩٢٣

كتابة كمبيوتر: مطبعة الدلتا

بسم الله الرحمن الرحيم

إهداء

إلى أبنائنا وأحفادنا
إشراقاً للغد وأمل المستقبل

المؤلفان

مقدمة الطبعة الثالثة

تمثل المضخات جزءاً هاماً في المشروعات الهندسية عموماً، وفي محطات القوى البحرية بوجه خاص، وتعتبر عنصراً هاماً في تكلفة الكثير من المؤسسات الصناعية، ولا تكاد تخلو أى شركة انتاجية من وجود نوع أو أنواع من المضخات، بل لا يمكن عملياً أن يوجد محرك ميكانيكى دون أن يكون ملحقاً به واحدة أو أكثر من المضخات .

وتتزايد أهمية المضخات في أعمال التنقيب عن البترول وضخه وتكريره ونقله وتسويقه، فلا تستغنى أى مرحلة من تلك المراحل عن المضخات وخطوط الضخ، وتتزايد أهميتها في أعمال توريد المياه والصرف، ومكافحة الحريق، كما تتضح أيضاً أهميتها حيث تستخدم في تشغيل السفن وغرفة مكثاتها وكذلك في أحواض بناء السفن أو إصلاحها .

والمقصود أن يقدم هذا الكتاب الخبرة العملية عن أهم المضخات المستخدمة، ومن المأمول أن يجد فيه القارئ ما يفيد في حل المشاكل وعلاج مختلف حالات الخلل والأعطال الناشئة، سواء عن عيوب بالتركيبات أو سوء التشغيل أو قلة الصيانة، وكذلك يزودنا بالمعلومات اللازمة التى تساعدنا على اختيار المضخة المناسبة للتطبيق المحدد لظروف التشغيل، وحتى يراعى عند تركيبها وتشغيلها وصيانتها ما يحفظها لتعمل بأحسن جودة وأعلى كفاية وأقل النفقات .

ويضم هذا الكتاب توضيحاً للأنواع المختلفة من المضخات، ويوضح المصطلحات المستخدمة في تصميمها وتمييزها، كما يقوم بتبسيط نظرية الضخ وإعتبارات التصميم خصوصاً بالنسبة لأكثر المضخات انتشاراً وهى المضخة الطاردة المركزية، حتى يتم ربط الخبرة المكتسبة في المجالات العملية بالمبادئ النظرية الأساسية، مع التأكيد على مشاكل التركيب والتحضير والتشغيل والأعطال التى تنشأ والعيوب التى تسبب فيها وطرق علاجها .

وتتميز هذه الطبعة بإضافة فصلين جديدين ... أحدهما عن ضواغط الهواء والثاني عن المنظومات الأيدرولية ، كذلك تمت إضافات عديدة فى كثير من أبواب الكتاب تمشياً مع التطور الحديث فى صناعة المضخات وما طرأ عليها من تحسينات وتنوع .

كذلك ضم الكتاب اشتراطات هيئات التصنيف والتسجيل الدولية لمعاينة المضخات وخطوط الضخ على السفن .

والمأمول أن يكون هذا الكتاب مفيداً بوجه خاص لكافة من يشتغل أو يهتم بأمـر محطات القوى أو توريد المياه وصرفها ، أو ضخ البترول أو مكافحة الحريق فى غالبية المجالات العملية . كذلك يمكن الاستفادة بهذا الكتاب كمنهج مناسب فى المدارس الفنية ومراكز التدريب للهـنى وغيرها من المعاهد التى تهتم بدراسة هذا المجال .

ويسعدنا أن نتقدم بخالص شكرنا وعميق تقديرنا لكافة الزملاء المهندسين بالاكاديمية العربية للنقل البحرى على ما أوردوه من توجيه وتشجيع ، ونخص بالذكر المهندس سيد عبد الناصر ، كما نشكر كل من ساهم فى إعداد وتقديم هذا العمل إلى القارئ العربى ونخص بالشكر الناشر منشأة المعارف جلال حـزى وشركاه والعاملين فى مركز الدلتا للجمع التصويرى على ما بذلوه من جهد فى طبع هذا الكتاب .

وسوف يسعدنا أن نتقبل من القارئ ما يراه من نقد أو توجيه حتى نتداركه فى الطبـعات القادمة ، ونعتذر مقدماً عن أى قصور أو خطأ غير مقصود .

« قل لو كان البحر مداداً لكلمات ربى .. لنفد البحر قبل أن تنفذ كلمات ربى ولو جئنا بمثله مدداً » .

ربيع الملط ، عادل المهدي

٣	..... ملحة تاريخية
٥	..... ١ - ١ عام
٥	..... ٢ - ١ المضخات الترددية
١٠	..... ١-٢-١ مضخة الفعل المباشر
١١	..... ٢-٢-١ مضخة المرفق والحدافة
١١	..... ٣-٢-١ مضخة القدرة
١٢	..... ٤-٢-١ مزايا المضخات الترددية
١٣	..... ١ - ٣ المضخات الدورانية
١٣	..... ١-٣-١ مضخات التروس المتقابلة
١٦	..... ٢-٣-١ مضخات الدورات الرجوية
١٧	..... ٣-٣-١ مضخات التروس المتداخلة
١٨	..... ٤-٣-١ المضخات متغيرة الإزاحة
١٨	..... ٥-٣-١ مزايا المضخات الدورانية
١٩	..... ٤ - ١ المضخات الطاردة المركزية
٢١	..... ١-٤-١ المضخات القطرية
٢٢	..... ٢-٤-١ المضخات المحورية
٢٣	..... ٣-٤-١ مضخات التدفق المختلط
٢٣	..... ٤-٤-١ المضخة المحيطية
٢٤	..... ٥-٤-١ مزايا المضخات الطاردة المركزية
٣٥	..... ٥ - ١ المعادن المستخدمة لصناعة المضخات

الباب الثانى المبادئ الأساسية

٢٣	١ - ٢ وحدات القياس
٢٣	٢ - ٢ الوحدات الأساسية
٢٤	١-٢-٢ درجات الحرارة المثوية
٢٤	٢-٢-٢ درجات الحرارة المطلقة
٢٥	٣ - ٢ الوحدات المشتقة
٢٥	١-٣-٢ وحدة القوة
٢٥	٢-٣-٢ وحدة الشغل
٢٦	٣-٣-٢ الحرارة وعلاقتها بالشغل
٢٦	٤-٣-٢ وحدة القدرة
٢٦	٥-٣-٢ وحدة الضغط
٢٧	٤ - ٢ الخواص الطبيعية للموائى
٢٧	١-٤-٢ قانون باسكال
٢٩	٢-٤-٢ الكثافة والكثافة النوعية
٢٩	٣-٤-٢ اللزوجة
٤٠	٤-٤-٢ الضغط الجوى
٤١	٥-٤-٢ الضغط المطلق والقياس والتخلخل
٤٢	٦-٤-٢ تأثير الضغط على درجة الغليان
٤٢	٥ - ٢ وصف التدفق
٤٣	١-٥-٢ حجم وسرعة التدفق
٤٤	٢-٥-٢ التدفق المنتظم وغير المنتظم
٤٤	٣-٥-٢ التدفق الإنسيابى والتدفق الدوامى
٤٦	٦ - ٢ العوامل المؤثرة فى التدفق

١٦-٢	القصور الذاتى	٤٦
٢-٦-٢	العلاقة بين القصور والقوة	٤٦
٣-٦-٢	العوامل الحاكمة للفعل الأيدرولى	٤٧
٤-٦-٢	طاقة الحركة	٤٧
٥-٦-٢	العلاقة بين القوة والضغط والعلو	٤٨
٦-٦-٢	العلاقة بين الضغط والعلو فى السوائل المتدفقة	٤٨
٧-٦-٢	العوامل الإستاتيكية والدينامية	٤٩
٨-٦-٢	العلاقة بين العوامل الإستاتيكية والدينامية	٤٩
٩-٦-٢	تقليل الإحتكاك	٥٠
٧ - ٢	قياس مرامل التدفق	٥٠
١-٧-٢	قياس علو (راسى) الداخلى	٥١
٢-٧-٢	قياس علو الضغط الاستاتيكي	٥١
٣-٧-٢	قياس علو السرعة	٥٣
٤-٧-٢	قياس علو الإحتكاك	٥٤
٥-٧-٢	الطول المكافئ للتجهيزات	٥٤
٦-٧-٢	المقاومة فى خطوط الطرد	٥٦
٧-٧-٢	المقاومة فى خطوط الشفط	٥٦
٨ - ٢	المصطلحات الفنية فى توصيف المضخات	٥٧
١-٨-٢	السعة	٥٧
٢-٨-٢	العلو (الراسى)	

الباب الثالث

المضخات الترددية

١ - ٢	خصائص التدفق للمضخات الترددية	٦٥
-------	-------------------------------------	----

٦٨	..... اسطوانة الهواء	٢ - ٢
٦٩	..... منفس الهواء	٣ - ٢
٧٠	..... غرفة الاندفاع	٤ - ٢
٧١	..... حاكم المياه	٥ - ٢
٧٢	..... منظمات الضغط	٦ - ٢
٧٣	..... صمامات الشفط والطرء	٧ - ٢
٧٦	..... صمامات المقعد المزبوج	٨ - ٢
٧٦	..... الصمامات الكروية	٩ - ٢
٧٧	..... مضخات الرق	١٠ - ٢
٧٩	..... الرق للضغط المرتفع	١١ - ٢
٨٠	..... المضخات الترددية بدون صمامات الشفط	١٢ - ٢
٨١	..... تتبع الخلل والأعطال	١٣ - ٢

الباب الرابع المضخات الدورانية

٨٧	..... عام	١ - ٤
٨٨	..... مضخة الترس المستقيم	٢ - ٤
٨٩	..... المضخات الحلزونية	٣ - ٤
٩٦	..... مضخة الترس الداخلى	٤ - ٤
٩٨	..... المضخات الدوارة من الطراز المتعكس	٥ - ٤
٩٩	..... المضخة الدورانية متغيرة الإزاحة	٦ - ٤
١٠٢	..... المضخة الدوارة بالكباسات المحورية	٧ - ٤
١٠٣	..... المضخات الدوارة بالتنشغيل على التوالى أو التوازى	٨ - ٤
١٠٤	..... متاعب المضخات الدوارة	٩ - ٤

الباب الخامس

المضخات الطاردة المركزية

١١١	..... نظرية المضخة للركزية	١ - ٥
١١٦	..... أنواع القوابات	٢ - ٥
١٢٠	..... الاتزان الإيدرولى ومعامل النفع	٣ - ٥
١٢٣	..... المضخات المركزية بالتدفق القطرى	٤ - ٥
١٢٩	..... مضخة التغذية التربينية متعددة المراحل	
١٣١	..... حاكم اللغات بالضغط	
١٣٣	..... سقاطة الأمان لتجاوز السرعة	
١٣٥	..... مضخات التزليق بالزيت	
١٣٥	..... آلية التوازن الإيدرولى	
١٣٧	..... مضخة التغذية بالإدارة الكهربية	
١٣٨	..... المنحنيات الخصائصية	٥ - ٥
١٤١	..... معدل التصريف الفعلى	٦ - ٥
١٤٣	..... تشغيل المضخات على التوازى	٧ - ٥
١٤٥	..... تشغيل المضخات على التوالي	٨ - ٥
١٤٦	..... جانب الشفط للمضخة المركزية	٩ - ٥
١٤٦	..... رفع الشفط الموجب الصافى	١٠ - ٥
١٤٨	..... التكهف	١١ - ٥
١٤٩	..... تأثير اللزوجة على خصائص المضخة	١٢ - ٥
١٥٠	..... المنحنيات الخصائصية للمضخة للركزية	١٣ - ٥
١٥٤	..... المضخة المروحية	١٤ - ٥
١٦٠	..... مضخة التدفق المختلط	١٥ - ٥
١٦٤	..... المضخة المحيطية	١٦ - ٥

١٦٦	..... مضخات الآبار العميقة	٥ - ١٧
١٧٧	..... مضخة الآبار العميقة المغمورة	٥ - ١٨
١٨٠	..... مضخة الآبار العميقة بالإدارة الإيدرولية	٥ - ١٩
١٨٠	..... أعطال التشغيل في المضخات المركزية	٥ - ٢٠

الباب السادس

تركيب وتشغيل المضخات

١٨٧	..... الموضع	٦ - ١
١٨٧	..... التثبيت	٦ - ٢
١٩١	..... مد مواسير التصريف	٦ - ٣
١٩٢	..... تركيب خطوط الضغط	٦ - ٤
١٩٨	..... صندوق الحشو (الحبك)	٦ - ٥
١٩٩	..... المحامل والكراسي	٦ - ٦
١٩٩	..... التحضير (بدء التدوير)	٦ - ٧

الباب السابع

ضواغط الهواء

٢١٩	..... اختيار الضاغط المناسب	٧ - ١
٢٢٠	..... دورة التشغيل للضاغط الترددي	٧ - ٢
٢٢٢	..... تعدد المراحل في الضاغط الترددي	٧ - ٣
٢٢٣	..... الكفاءة الحجمية	٧ - ٤
٢٢٥	..... عمل (اناء) الضاغط	٧ - ٥
٢٢٥	..... مكونات وأجزاء الضاغط متعدد المراحل	٧ - ٦
٢٢٧	..... مواصفات الضاغط الترددي	٧ - ٧

٢٢٧	٧ - ٨ ضاغط الهواء بمرحلتين
٢٣٢	٧ - ٩ تزليق الضاغط
٢٣٣	٧ - ١٠ تركيب الضاغط
٢٣٦	٧ - ١١ منظومة الهواء
٢٤١	٧ - ١٢ تشغيل الضاغط
٢٤٢	٧ - ١٣ صيانة الضاغط
٢٤٧	٧ - ١٤ التشغيل الآلى (الأوتوماتى)

الباب الثامن

شبكات المواسير والأجهزة المساعدة

٢٥٣	٨ - ١ عام
٢٥٤	٨ - ٢ تصنيف المواسير
٢٥٧	٨ - ٣ وصلات التعمد للمواسير
٢٦٠	٨ - ٤ وصلات التعمد الموجهة
٢٦١	٨ - ٥ شفاثر توصيل المواسير
٢٦٥	٨ - ٧ صمامات التوكيد
٢٦٩	٨ - ٨ محبس الطبق
٢٧٠	٨ - ٩ محبس السكينة
٢٧٢	٨ - ١٠ محبس الفراشة
٢٧٤	٨ - ١١ المحبس غير الرجاء
٢٧٨	٨ - ١٣ محبس الفلق السريع
٢٧٨	٨ - ١٤ صمامات تهوية الضغط
٢٧٩	٨ - ١٥ صناديق المحاسن
٢٨٠	٨ - ١٦ صمامات تخفيض الضغط
٢٨٢	٨ - ١٧ صناديق الطمى
٢٨٣	٨ - ١٨ المصافى والمرشحات

٢٨٥	..... ١٩ - ٨ أجهزة قياس الضغط
٢٨٨	..... ٢٠ - ٨ وسائل بيان المستوى
٢٩٠	..... ٢١ - ٨ عندانات الإزاحة (كمية التصريف)

الباب التاسع المضخات الهيدروليكية

٢٩٥	..... ١ - ٩ عام
٢٩٥	..... ٢ - ٩ مميزات نقل القدرة بالطريقة الإيدرولية
٢٩٧	..... ٣ - ٩ عيوب نظم التحكم الإيدرولى
٢٩٧	..... ٤ - ٩ الدائرة الإيدرولية
٢٩٩	..... ٥ - ٩ تكبير القوة بالطرق الإيدرولية
٣٠١	..... ٦ - ٩ تكبير الضغط
٣٠٢	..... ٧ - ٩ الدائرة الإيدرولية
٣٠٦	..... ٨ - ٩ أنواع الدوائر الإيدرولية
٣٠٩	..... ٩ - ٩ الدائرة الإيدرولية المفتوحة
٣١٤	..... ١٠ - ٩ المضخات الإيدرولية
٣١٦	..... ١١ - ٩ المضخات الإيجابية
٣١٨	..... ١٢ - ٩ أنواع المضخات الإيدرولية
٣١٩	..... ١٣ - ٩ المضخة الترسية الخارجية
٣٢٠	..... ١٤ - ٩ طريقة عمل المضخة الترسية
٣٢٢	..... ١٥ - ٩ مميزات المضخة الترسية
٣٢٣	..... ١٦ - ٩ التآكل فى المضخة
٣٢٣	..... ١٧ - ٩ المضخة الترسية تعشيق داخلى
٣٢٤	..... ١٨ - ٩ مضخة القلب الدوار
٣٢٧	..... ١٩ - ٩ المضخة الريشية
٣٢٧	..... ٢٠ - ٩ طريقة عمل المضخة الريشية

٢٢٩	..... المضخات المكبسية نصف القطرية	٩ - ٢١
٢٣٢	..... المضخات المحورية بالقرص المائل	٩ - ٢٢
٢٣٢	..... المضخة الكباسية المحورية بالمحور المائل	٩ - ٢٣
٢٣٢	..... المضخات متغيرة الإزاحة	٩ - ٢٤
٢٣٤	..... المضخة الريشية	٩ - ٢٥
٢٣٥	..... المضخة الكباسية المحورية متغيرة الحجم الهندسى	٩ - ٢٦

الباب العشر القواعد والإشتراطات الدولية

٢٤١	..... عام ..	١٠ - ١
٢٤١	..... تفاصيل التوصيلات	١٠ - ٢
٢٤٤	..... المحابس والتركيبات	١٠ - ٣
٢٤٧	..... المضخات	١٠ - ٤
٢٥٠	..... تركيبات المواسير والمضخات	١٠ - ٥
٢٥١	..... المواسير الواقعة تحت ضغط	١٠ - ٦
٢٦٩	..... قائمة الرموز المستخدمة فى الدوائر الإيدرولية	١٠ - ٧

فهرس المصطلحات

٢٨٧ إنجليزى - عربى
-----	----------------------

كشاف تحليلى

٢٩٥ عربى - إنجليزى
-----	----------------------

الباب الأول

تصنيف المضخات

نستعرض في هذا الباب الطرازات الرئيسية للمضخات وهي الترددية والدورانية والطاردة (المركزية) والنفثة ، ونبين كذلك تفسيرات كل طراز وأنواعه الرئيسية ، مع بيان مميزات كل منها وعيوبها والمعادن المستخدمة في تصنيعها .

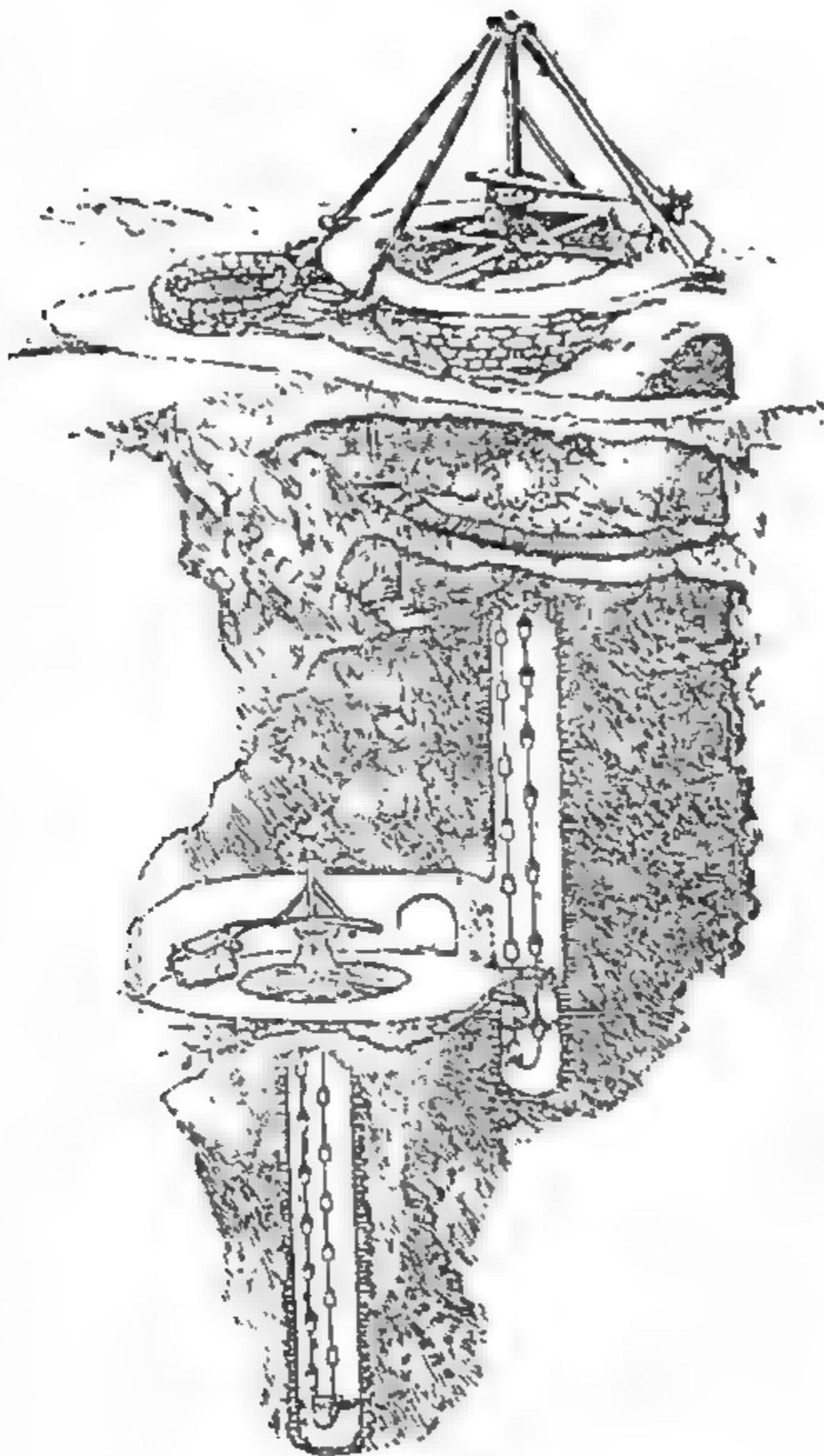
لمحة تاريخية :

تطلع الانسان منذ فجر التاريخ للحصول على مورد وفير من المياه .
وحيث توافرت حاجته على ضفاف الانهار وحول العيون والآبار .. عاش
الانسان وبدأ فجر حضارته ، ولا يخفى أن نيلنا العظيم كان منشأ أول
حضارة فى التاريخ ، حضارة المصريين القدماء .

وبمرور الزمن طاب للناس العيش بعيداً عن مصادر الطبيعة للمياه ،
وكان لابد من وجود الوسائل التى تحقق نقل المياه أو استخراجها من باطن
الأرض ، لذلك كان ضخ المياه ونقلها من المسائل التى كانت أول ما شغل
تفكير البشر .

وقد كان قدماء المصريين سابقين فى إيجاد حلول هندسية تدل
عليها آثار بشر يوسف بالقاهرة شكل (١ - ١) ، ويرجع تاريخ انشائه إلى
٣٠٠٠ سنة قبل الميلاد ، وعمقه الكلى ٨٩ متر، ويتكون من مرحلتين ،
عمق مرحلة الرفع الأولى ٤٠،٥ متر، وعمق مرحلة الرفع الثانية ٤٨،٥ متر.
وتتكون مضخة البشر من سلسلة دلاء (جراندل) متتابعة تلف على
عجلة خشبية كبيرة وتدأر بواسطة تروس من الخشب تسمى الملفاف ،
وهى ترس معشق فى ترس رأسى ويستخدم الثور لإدارة الملفاف كمصدر
للقوة .

كذلك يشاهد حالياً فى ريفنا أنواع متعددة من المضخات البدائية
(الطلمبات الترددية) والطنابير ، والسواقي (النواعير) وهى تعطينا فكرة
عن تطور المضخات إلى ما نجده اليوم من أنواع مبتكرة ، ولا يخفى أن
المضخات الحديثة هى نتاج لتطور الفكر البشرى فى خمسة آلاف سنة ،
وقد جرى لها الكثير من التطوير والتحسينات ، لذلك تعددت أنواعها
واختلفت تطبيقاتها وتباينت انشاءاتها بصورة كبيرة .



شکل ۱.۱ : بئر یوسف

يتأسس فعل الضخ في جميع المضخات على نفس المبادئ العامة ، فإذا كان على مضخة أن ترفع ماء من بئر ، فمن الضروري أولاً تفريغ الهواء من ححيرات التشغيل ليدفع الماء بدلاً منه ، ويراعى أنه عند حدوث تفريغ حزئى بداخل المضخة فان ضغط الهواء الجوى سوف يضغط على سطح الماء فى البئر ويدفع الماء لأعلى فى الحجرة المفرغة ، وهنا يمكن أن نحفظ بالماء تحت سيطرة الأجزاء المتحركة للمضخة ، والتي تقوم بدفعه خلال فتحة الطرد ثم ماسورة التصريف .

ويمكن تصنيف الأنواع المختلفة للمضخات تبعاً لتصميمها أو أسس تشغيلها ، ويبين الجدول التالى نوعين أساسيين تختلف أسس التشغيل اختلافًا رئيسيًا فى كل منهما ، ويمكن أن يشمل النوع الأخير منها ما هو موجود من المضخات الخاصة وما يستجد منها ، والتي لا تستخدم إلا لغرض واحد منها المضخات الايدرولية أو المضخات النفائة (ومنها البخار واللاظ) .

١-٢ المضخات الترددية :

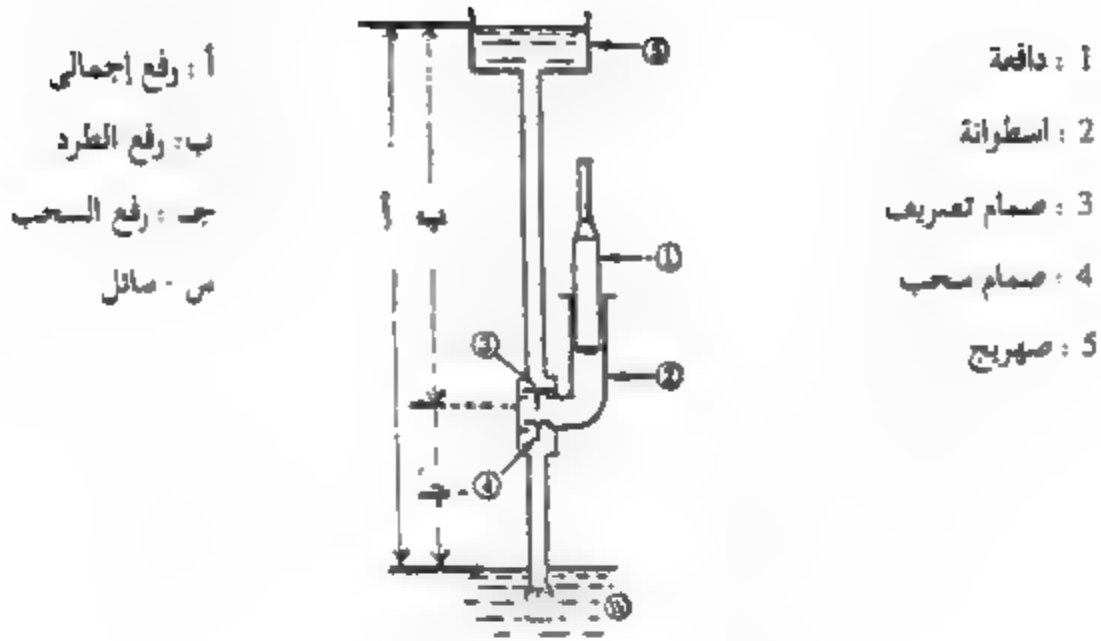
يراعى أن المضخات الترددية لها إزاحة موجبة وهى تتشابه فى ذلك مع المضخات الدورانية ويمكن توضيح أدائها كما يلى :

ينسحب بداخل الاسطوانة حجم من السائل مسار إزاحة الكباس أو الدافعة خلال صمامات الشفط فى شوط السحب ، ثم يتم تصريف السائل تحت ضغط موجب خلال صمامات الطرد فى شوط التصريف .

فإذا كان المحبس على خط التصريف مفلقا ، ولم يكن هناك صمام أمان ليعمل على التهوية ، فسوف يستمر تزايد الضغط بداخلها إلى أن تنفجر ماسورة التصريف ، ويتم ضخ كمية من السائل مع كل شوطين للمضخة الترددية ، لذلك تعتمد كمية التصريف فى المضخة الترددية اعتماداً كلياً على سرعتها .

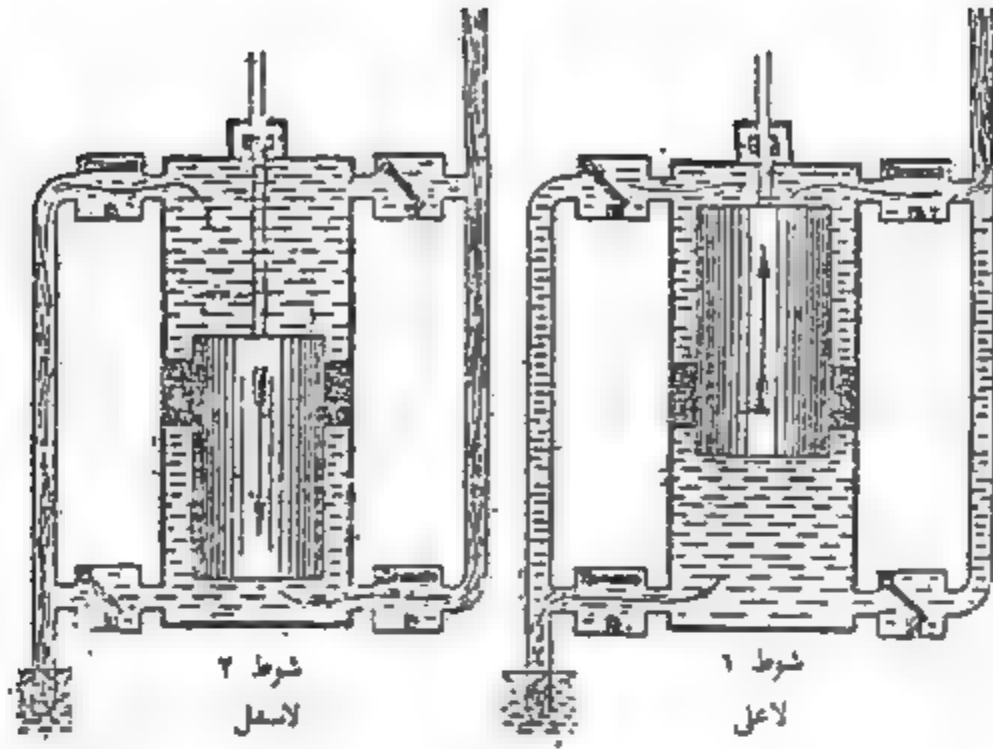
4



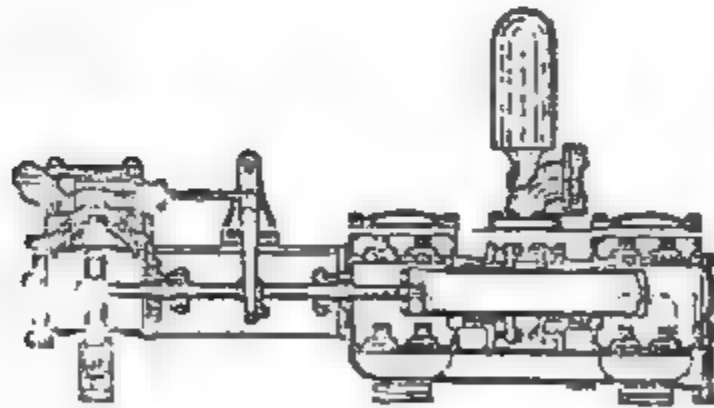


شكل ٢.١ : مضخة ترددية مفردة الأداء

وعلى ذلك يمكن تغيير كمية التصريف للمضخة بتغيير سرعتها ، كما يراعى أن الطرد يتم بكميات متتابة منفصلة ، ولذلك نحس بتراوح فى التصريف ، وكثيرا ما تزود المضخات الترددية باسطوانتين لكل دافعة (من الجهتين) فنجعلها مزودة بالاداء ليساعد ذلك على انسياب التدفق ، وتكون احدى الاسطوانتين فى شوط الطرد بينما تكون الثانية فى شوط السحب ، (شكل ١-٣) ، وذلك مما يطور (يحسن) الوضع كثيرا، ولكن يظل بعد ذلك التراوح (النبض) ملحوظاً فى التصريف لأن التدفق يهبط إلى الصفر عند نهاية كل شوط حيث لا يكون هناك تصريف لأى واحدة ، من الاسطوانتين ، ويراعى فى أغلب التركيبات وجود غرفة أو حيز (زجاجة) هواء متصلة بجانب التصريف للمضخة لتساعد على مضاعفة (تقليل) ترواح الضغط ، شكل (١ - ٤) ، ونجد أن الهواء فى الغرفة ينضغط ريثمعد مع كل تصريف وبذلك يزودنا بتدفق أكثر انتظاما فى ماسورة التصريف .



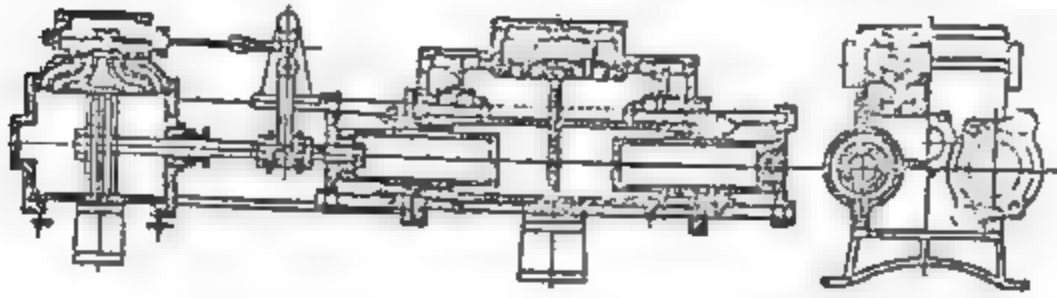
شكل ٣.١ : مضخة ترددية بكباس واحد واسطوانتين (مزدوجة الأداء)



شكل ٤.١ : مضخة ترددية مباشرة الأداء طراز الدافعة والحشو عند المنتصف

وتسمى المضخة الترددية مضخة طراز الكباس إذا كانت لها حلقات حشو على العضو المتحرك الذي يمدنا بالإزاحة .

أما إذا كان الحشو ثابتا فإن المصحة إما أن تكون من النوع ذات دافعة بحشو عند المنتصف شكل (١ - ٤) أو أن تكون من طراز الدافعة ذات الحشو عند النهاية شكل (١ - ٥) .



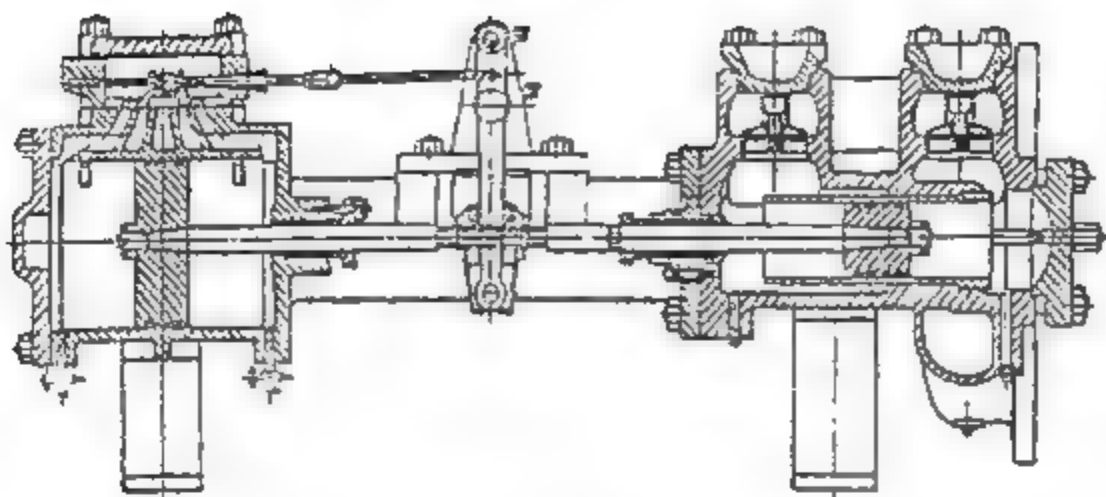
شكل ٥.١ : مضخة ترددية مباشرة الأداء طراز الدافعتين والحشو عند النهايات ويراعى أن الجودة الميكانيكية لطراز الكباس عادة ما تكون أعلى قليلا من طراز الدافعة ، وهى لذلك أكثر تفضيلا فى حالة ما إذا كان رفع السحب عاليا وعلى كل حال فإن التعضيل لطراز الدافعة خصوصا ذات الحشو عند النهايات عندما تكون لتداول السوائل التى تحتوى على حبيبات أو مواد أكالة أو تسبب الجرى .

١-٢-١ المضخة ذات الفعل (الأداء) المباشر :

هى مضخة ترددية تدار بالبخار بحيث يتصل كباس البخار مباشرة إلى كباس السائل أو الدافعة وذلك بواسطة ذراع الكباس ، ويتحدد طول الشوط بفعل البخار فى اسطوانة البخار (شكل ١ - ٦) .

ويجرى تصميم مضخات الفعل المباشر بحيث تكون إما مفردة الفعل ، أى لها اسطوانة واحدة وكبلس واحد أو تكون ثنائية الفعل أى لها اسطوانتين أو كباسين ، أو ثلاثية الفعل أى ثلاث اسطوانات وثلاثة كباسات وهكذا .

ونلاحظ أن المضخة المفردة الفعل لها جودة إجمالية أعلى من المضخة الثنائية الفعل ولكن سعرها الابتدائى لوحد السعة يكون فى العادة أعلى.



شكل ١ - ٦ : مضخة ترددية مباشرة الأداء طراز الكباس

كما يلاحظ في المضخة الثنائية الفعل أن شوط أحد الكباسات أو الدافعات يتراكم (يتداخل) مع الثانى ، ومعنى ذلك أن بدء الشوط التالى يتقدم قليلا عن نهاية الشوط الأول. وفى هذه الحالة فإن ذلك له تأثير على تقليل الحودة ولكن من جهة أخرى فإنه يعطى تدفقا أكثر انتظاماً .

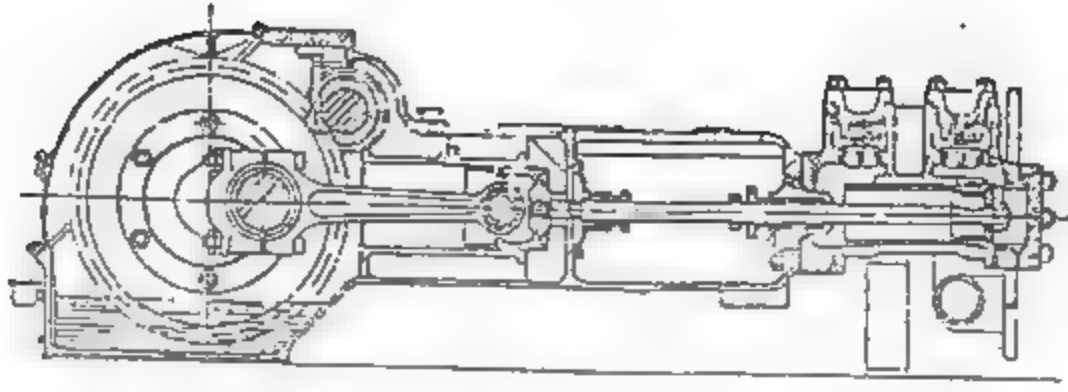
ومن المرغوب فيه عادة أن نقلل ما أمكن ذلك التناقض فى الضغط ، حتى إن كان ذلك يؤدي إلى زيادة استهلاك البخار عن المضخة الثنائية .

٢-٢-١ مضخة المرفق والحدافة :

وهى مضخة ترددية تدار بالبخار ، ولها عمود مرفق ومركب عليه الحدافة التى تختزن الطاقة خلال الجزء المبكر فى شوط كباس البخار لتدفع تلك الطاقة إلى كباس السائل خلال الجزء الأخير من شوطه ، والذي يكون البخار عنده قد انقطع عن اسطوانة البخار ، ويتحدد طول الشوط للمضخة بضعف ذراع (حدف) عمود المرفق .

٢-٢-١ مضخة القدرة :

وهى مضخة ترددية تدار بواسطة محرك قدرة خارجى (ديزل أو موتور) ويكون متصلا بعمود مرفق المضخة شكل (١ - ٧) .



شكل ١ - ٧ : مضخة ترددية بمحرك قدرة

ويراعى أن جانب السائل فى مضخة القدرة مشابه لجانب السائل فى المضخة البخارية (مباشرة الأداء) وقد تكون مفردة أو ثنائية أو ثلاثية معتمدة على عدد كباسات السائل .

١-٢-٤ مزايا المضخة الترددية :

كانت المضخة ذات الأداء المباشر فى أوائل هذا القرن من أعظم المضخات انتشارا فى مكائن الضخ ، وبالرغم من استخدام طرازات أخرى لها من الخصائص والأداء ما هو أحسن فى الوقت الحاضر إلا أن الطلب على المضخات الترددية ذات الأداء المباشر مازال قائما ، ويراعى أنها تكون أحيانا أكثر مناسبة لأحوال التشغيل بدون منازع .

ويمكن إيجاز مزايا المضخات الترددية فيما يلى :

- ١- بساطة فكرة تشغيلها وعدم اعتمادها على مستويات تقنية (فنية) مرتفعة فى أعمال الصيانة .
- ٢- ذاتية التحضير ، فيمكنها السحب من أعماق بعيدة (إلى حد ما) .
- ٣- يمكنها الضخ إلى إرتفاعات كبيرة وضغوط عالية .
- ٤- تتناسب سعتها مباشرة مع سرعتها .
- ٥- يعتمد عليها ، ويمكنها العمل فى ظروف خدمة شاقة .
- ٦- موجبة الإزاحة ، أى أن كل لفة لابد وأن تؤدى لتصريف كمية معينة من السائل .

١ = ٢ المضخات الدورانية :

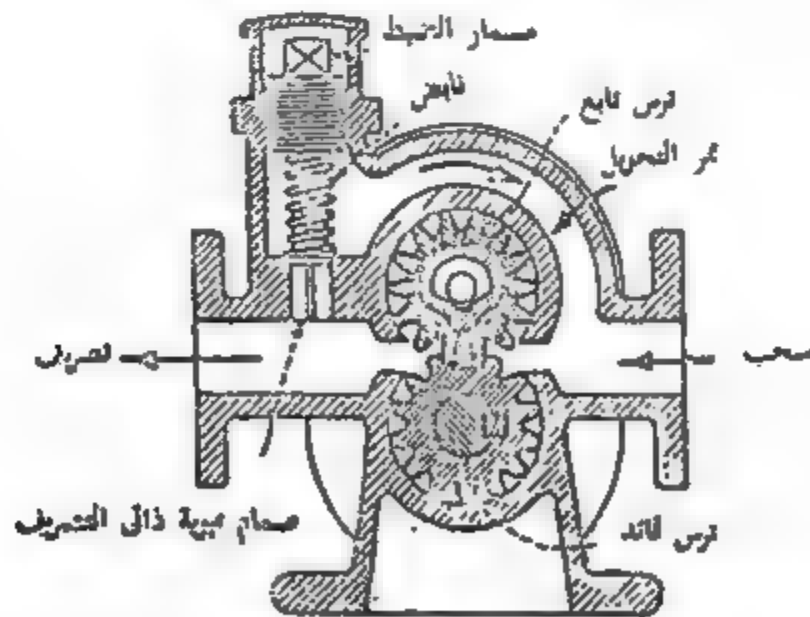
تتميز المضخات الدورانية بأنها مناسبة للاستخدام في الكثير من التطبيقات ، وبالرغم من أنها تتشابه إلى حد ما في منظرها الخارجى مع المضخة الطاردة المركزية ، إلا أن خصائص تشغيلها أقرب إلى المضخة الترددية ، إذ أن كليهما ذات إزاحة موجبة .

ونجمع المضخة الدورانية بين خواص المضخة الترددية في إيجابية التصريف وخواص المضخة المركزية من حيث ثبات التصريف وعدم تناوبه . وفيما يلى أهم أنواع المضخات الدورانية وتصنيفها :

١ = ٣ = ١ مضخات القروس المتقابلة :

(أ) مضخات القروس المستقيمة :

وهناك الكثير من أنواعها ، وقد عرفت في القرن السادس عشر وكانت تصنع من الخشب في أبسط أشكالها ، وتتكون كما يتبين في شكل (١ - ٨) من ترسين (متقابلين) يدوران في اتجاه متضاد ، ويكون الخلوصان الطرفى والجانبى صغيرين للغاية ، وتقوم المضخة عند دوران الترس باصطيار السائل المتدفق بين الاسنان لتدور به من جانب الشفط إلى جانب التصريف .



شكل ١ . ٨ : مضخة دورانية طراز القروس المتقابلة ولها صمام أمان (تهوية)

ويتدفق السائل عند بداية دوران المضخة بين أسنان التروس كما لو كان يتدفق في اسطوانة المضخة الترددية عندما يكون الكباس في أسفل شوط التصريف ، وعندما ينتقل السائل بين أسنان التروس إلى جانب التصريف فلن يتمكن من العودة ثانية إلى ناحية الشفط هذا إذا كان الخلوص دقيقا لدرجة كافية ، وينتج عن التصريف المتتابع من أسنان التروس إرتفاع الضغط ليدفع السائل في ماسورة التصريف .

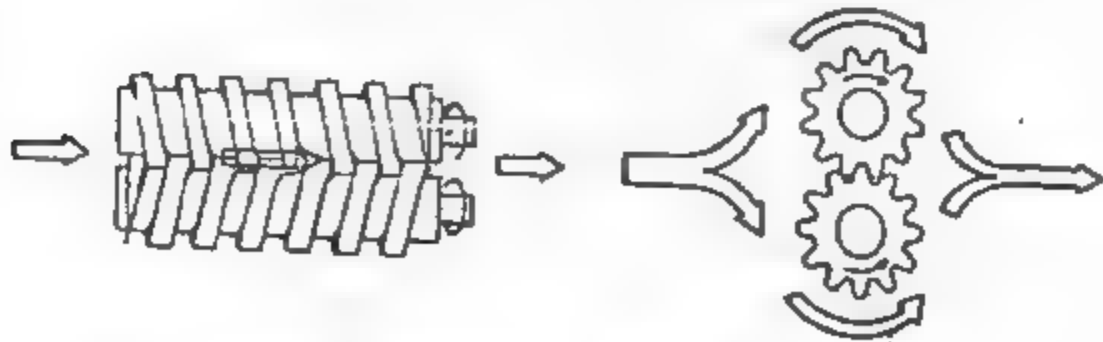
ويمكن استبدال التروس المستقيمة بالقباب (نتوءات مستديرة) المزدوجة أو لقمبات الثلاثية كما هو مبين بالشكل (٩ - ١) .



شكل ٩.١ : مضخات تروس متقابلة طراز القبتين أو الثلاثة أو الأربعة

(ب) مضخات التروس (اللولبية) الحلزونية :

ونجد فيها أن التروس الحلزونية متوازنة أفقيا والأسنان معشقة مع بعضها ، ويجرى تشغيل هذه التروس بخلوصات متناهية في الدقة داخل القراب (الغطاء) المحيط بها ، وقد يطلق عليها اسم مضخة البريمة أو مضخة الترس المحوى شكل (١٠ - ١) .

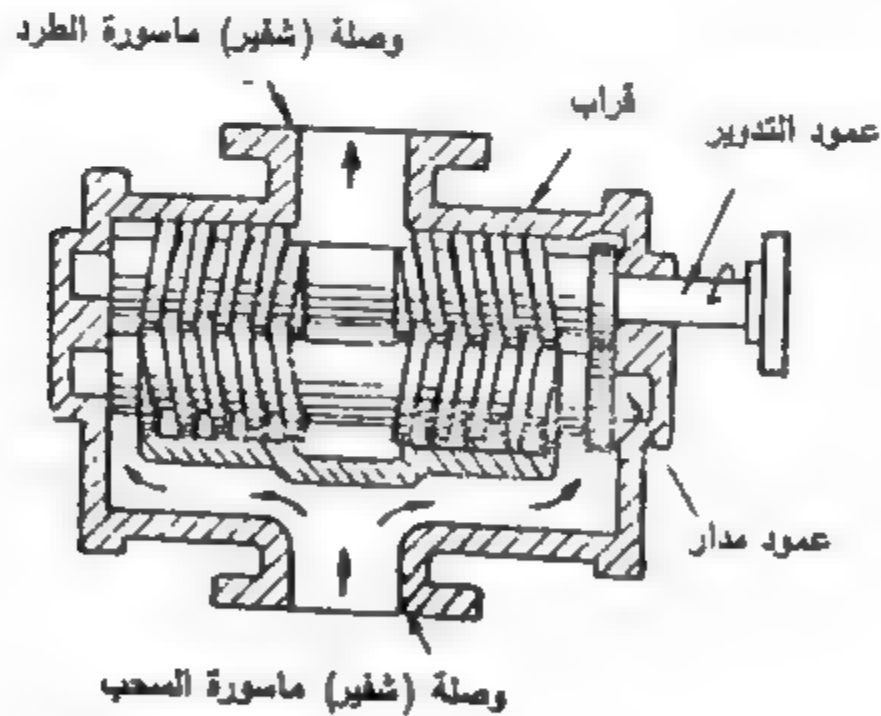


شكل ١٠.١ : مضخة التروس المتقابلة طراز الترس الحلزولى

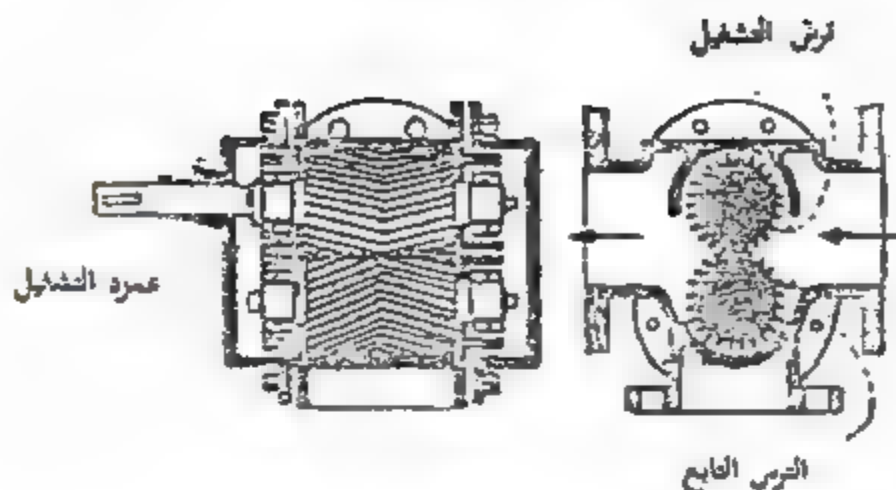
ويتم تدفق السائل المضخوخ إلى كل من طرفي الحلزونى حيث يتم اصطياذه بين سن الحلزونى (اللولب) والسطح الداخلى للقراب (المغطاء) ، ثم يحمل محوريا مع الحلزون ليتم طرده خلال فتحة التصريف بنفس الطريقة التى تتحرك بها صمولة على مسمار قلاووظ .

(جـ) مضخات تروس شوك الرنجة :

ويتم تشغيلها على سرعات مرتفعة ، كما أن بأستطاعتها أن تتداول المياه أو الكيماويات أو غيرها من السوائل التى ليس لها طبيعة نزليقية (زلقة) ، ويمكن تصميمها إما بمحامل داخلية شكل (١ - ١١) أو تكون محاملها خارجية خصوصا للسوائل غير الزلقة شكل (١ - ١٢) ، ويسمح لنا تصميم تروس الرنجة بانسياب ونعومة التشغيل ، ولما كانت التروس متناسدة دائما فى نقطتين على الأقل فأبها بذلك تكون أكثر اتزاناً من وجهة الدفع الجانبى .



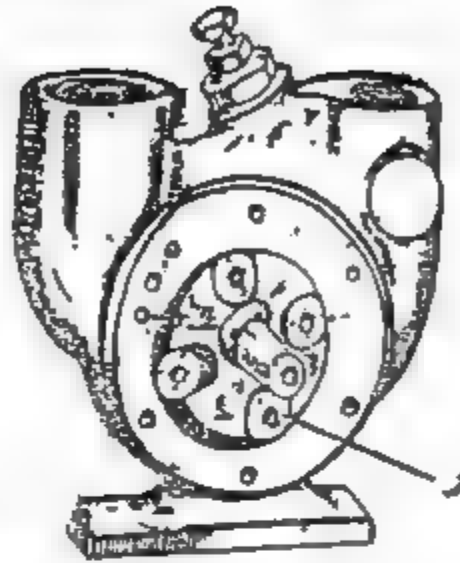
شكل ١١. ١ : مضخة تروس هريمة بمحامل داخلية



شكل ١ - ١٢ : مضخة ترس الرنجة بمحامل وتزييق خارجي

١-٢-٢ مضخات الدوارات الرجوية :

يبين شكل (١ - ١٣) أحد أنواع هذه الطرازات، وهي تعمل على مبدأ الحركة الرجوية الناشئة بسبب اختلاف مركز الدوارة عن مركز الاسطوانة التي تدور بداخلها ، فتكون تفريفا يشبه الهلال ، بحيث يتحرك مع دوران الدوارة من ناحية الشفط إلى ناحية الطرد . ونجد بالدوارة أربعة مشقبيات تحتجز بداخلها أربعة دوارات (اسطوانات) صغيرة (ر) لتحكم التماس بينها وبين الجدار الداخلي لاسطوانة المضخة ، وتحتجز السائل لتدور به من ناحية الشفط إلى ناحية الطرد، وتعمل القوة الطاردة المركزية دائما على دفع الدوارات السائبة للخارج بحيث تحكم تماسها في حالة الدوران مع جدار الاسطوانة .



شكل ١٣. ١ : مضخة دوارة رحوية

ومن الممكن أن تستبدل الدورات السائبة بالريش المنرفلة أو الريش المترسجة ، لتؤدي نفس الغرض السابق توضيحه .

١-٣-٢ مضخات التروس المتداخلة (الرحوية) :

يسير شكل (١ - ١٤) نوعين لمضخات التروس المتداخلة ، وتتكون وحدة الصغ من عضوين دوارين أحدهما داخلي والآخر خارجي ، يدوران في جلبة ممكن استبدالها وموجودة بداخل قراب (علبة) المضخة ، ويلاحظ أن العضو الدوار الداخلي اللامتمركز بالنسبة للعضو الدوار الخارجي يكون متصلاً بعمود الالة ، كما أن عدد أسنانه (أو قبابها) تكون أقل من أسنان العضو الدوار الخارجي وسوف يتسبب دوران العضو الداخلي في خلق جيب متزايد السعة ما بين الدارتين في الجزء الصاعد وينظره جيب متناقص السعة في الجزء الهابط بينهما وبالتالي تتم الازاحة ، ويتحقق فعل الضخ بسحب السائل للمضخة خلال فتحات العضو الدوار الخارجي عندما يتزايد حجم أو مقياس الجيب أثناء الحركة الصاعدة ثم تقوم بدفعه من الجانب المضاد في المضخة خلال الحركة الهابطة عندما يتناقص حجم الجيب .



شكل ١ - ١٤ : مضخات التروس المتداخلة

١-٣-٤ المضخات متغيرة الإزاحة :

تعتبر المضخات متغيرة الإزاحة من أهم الأنواع المستخدمة في الدورات الهيدروليكية ، وهي تقوم بتغيير كمية التصريف الخارجى منها تبعاً لمتطلبات التشغيل عن طريق تحكم وقتى بحيث يمكن أن يتواءم مقدار الضغ المطلوب منها مع قوة الضغط الهيدرولى المطلوب تحقيقه ، وسوف يتم شرحها تفصيلاً في الباب الرابع .

١-٣-٥ مزايا المضخات الدورانية :

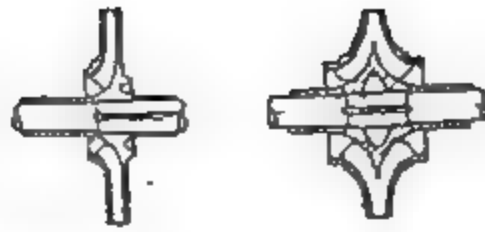
تتميز المضخات الدورانية بأنها قابلة للاستخدام في أكثر الأغراض المطلوبة لمختلف طرازات مكثات الضغ ، لذلك يتم انتاجها بأعداد كثيرة من مختلف الأنواع ، وينتشر استخدامها كل عام في مجالات متنوعة من الخدمات ، ويمكن أيجاز مزايا المضخات الدورانية فيما يلى :

- ١- تقوم بتصريف السائل في تدفق مستمر خاليا من التراوح (النبض)، وبذلك لا تستلزم غرف (اسطوانة) هواء لتمتص الصدمات الناتجة عن التصريف المتقطع .
- ٢- موجبة الإزاحة ، ولا تستلزم تجهيزات التحضير لبدء التدوير .
- ٣- بسيطة في إنتاجها ، إذ لا يوجد بها صمامات شفط أو تصريف .
- ٤- أصغر في أبعادها لسعة معينة فتشغل فراغا أقل من المضخة الترددية .
- ٥- أوفر في ثمنها وأسهل في تركيبها ، إذ لا تتطلب أساسات كبيرة لتمتص صدمات الأجزاء الترددية والتصريف المتقطع .
- ٦- أسهل في صيانتها فليس بها صمامات أو خوابض (يابات) تستلزم الكشف الدوري أو الاستبدال .

١ - ٤ المضخات الطاردة المركزية :

تتكون المضخة الطاردة المركزية من دفاعة تشبه المروحة ، بها فتحة دخول عند مركزها ، ويجرى ترتيبها بحيث تطرد السائل إلى القراب (الغلاف) المحيط بالدفاعة عند دورانها ، وذلك عن طريق القوة الطاردة المركزية ، وعندما يترك السائل الدفاعة يكون قد اكتسب سرعة عالية ، وتكون وظيفه القراب (الغطاء) أن يعمل على إبطاء سرعة السائل تدريجيا، وعلى ذلك يقوم بتحويل علو (عمود) السرعة الناتجة عن الدفاعة إلى علو (عمود) ضغط نحتاج اليه عند فتحة التصريف .

وتطلق على الدفاعة اسم مفردة الشفط (السحب) اذا كان الماء يدخل لها من ناحية فقط كما في الشكل (١ - ١٥ و ١٦)، أما اذا كان الماء يدخل للدفاعة من كلتي الجانبين فتسمى دفاعة ثنائية الشفط (السحب) كما في شكل (١ - ١٥ ب) .

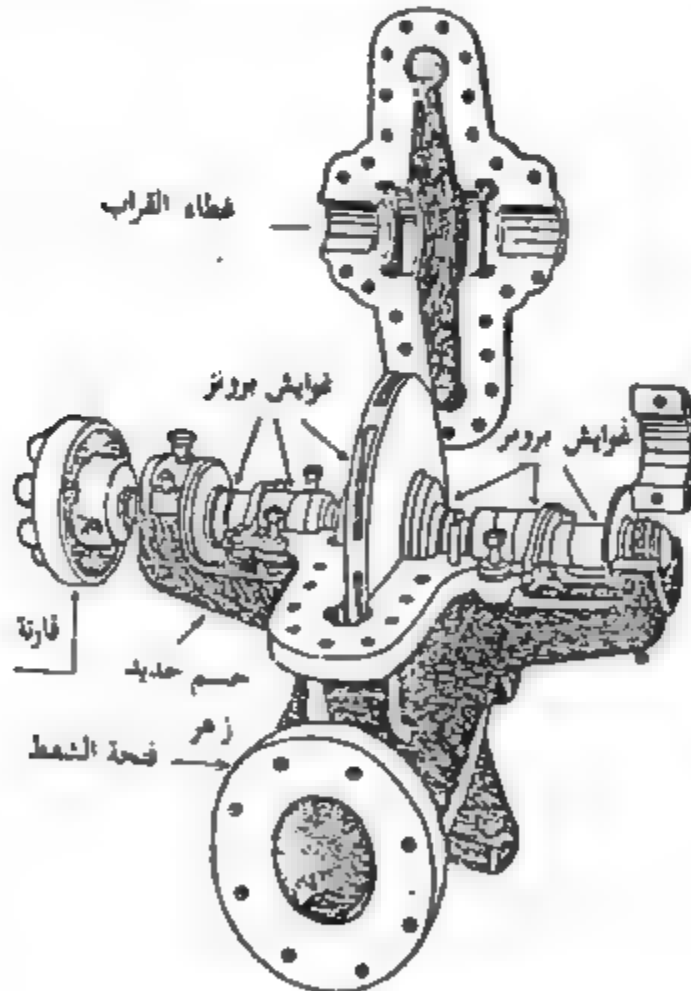


(أ) دفاعة مفردة الشفط

(ب) دفاعة مزدوجة

شكل ١٥ . ١ : المضخات المركزية القطرية

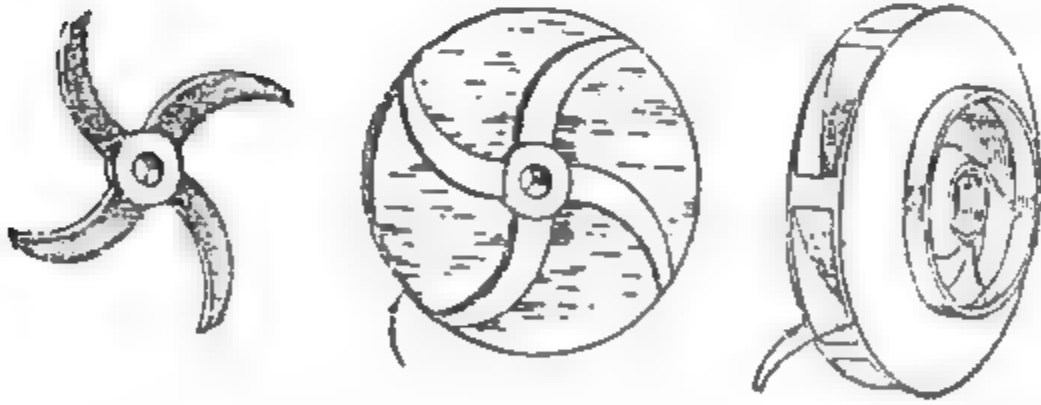
ويراعى أن المضخة الطاردة المركزية مفردة المرحلة لها دفاعة واحدة شكل (١ - ١٦)، أما المضخة الطاردة المركزية متعددة المراحل فلها دفاعتين أو أكثر فى قراب (غلاف) واحد، ويتم ترتيب القراب (الأغلفة) بحيث يؤدي تصريف احدى الدفاعات إلى فتحة الدخول وشفط الدفاعة التى تليها، وهكذا.



شكل ١٦ . ١ : مضخة مركزية (طاردة) قطرية

١-٤-١ المضخة الطاردة المركزية القطرية :

وتتميز أنها ليس بها صمامات أو كباسات أو أذرع حولها حشو مثلما تتطلبه المضخة الترددية ، وقد أدى ذلك إلى استخدام المضخة الطاردة المركزية لتداول السوائل التي تحمل مواد صلبة ويراعى أن الدفاعة قد تكون من الطراز المغلق، شكل (١ - ١٧) ومعناه أن حوائطها الجانبية تعتمد من حافة فتحة دخول السائل (الشفط) حتى المحيط الخارجى لأطراف ابريش . أو قد تكون من الطراز المفتوح ، ومعناه أنها ليس لها حوائط جانبية متصلة شكل (١ - ١٧ جـ) ، وهناك النوع الثالث من الطراز نصف المغلق شكل (١ - ١٧ بـ) ، ويمكن تصميم الدفاعة من أى نوع من الأنواع السابقة بحيث تكون متسعة الممرات لتسمح بمرور مواد صلبة كبيرة ، ويطلق على تلك الدفاعات اسم دفاعات غير قابلة للاسداد أو الدفاعات الخاصة بالمجارى .

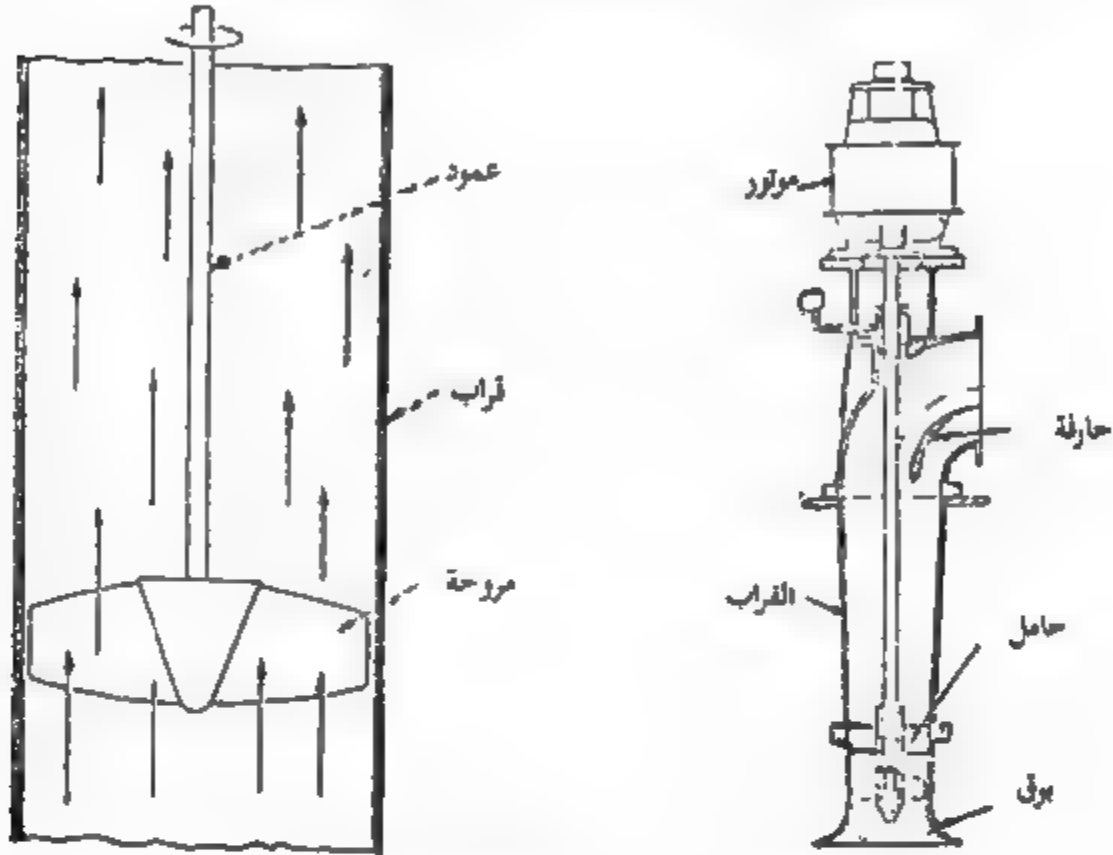


(أ) دفاعة لها حائطين (ب) دفاعة بحوائط واحد (ج) دفاعة بدون حوائط
طراز مغلق طراز نصف مغلق طراز مفتوح

شكل ١ - ١٧ : طرازات الدفاعات (المرواح) فى المضخات المركزية (الطاردة) القطرية

١٩-٢ المضخة المروحية (المحورية) :

وقد تم تطويرها لتضخ كميات كبيرة جدا من المياه إلى علو منخفض أقل مما يدخل في نطاق عمل المضخة الطاردة المركزية بكفاية مناسبة ، وهي مضخة تدفق محوري مستقيم شكل (١٩ - ١) .

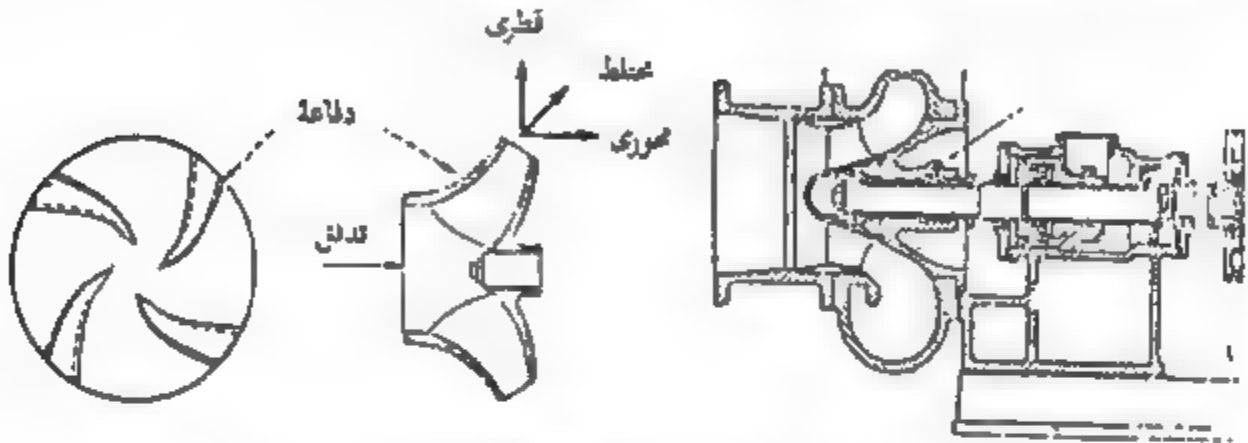


شكل ١٩ . ١ : مضخة مروحية محورية

وتنتج أغلب علوها (عمود المياه الرأسى) بواسطة فعل الدفع لريش المروحة (الرفاص) على السائل ، ويلاحظ أن دفاعتها مفردة الشفط (السحب) وتتكون عادة من ريشتين أو ثلاث ، وتشبه رفاص السفينة ، وفى بعض الأحيان يمكن تغيير وضع الريش وضبطها لتناسب أعمدة مياه راسية مختلفة ، ويشيع استخدام المضخة المروحية فى أعمال الري والصرف وأحواض بناء السفن وأعمال السدود والخزانات ، وغيرها من الخدمات التى تتطلب ضخ كميات وفيرة من المياه بضغط منخفض ، أى ضخ المياه إلى علو بسيط .

١-٤-٣ مضخة التدفق المختلط :

تجمع هذه المضخة بين المضخة القطرية والمضخة المحورية ، وتحقق مضخة التدفق المختلط الضغط الرأسى للسائل بواسطة القوة الطاردة المركزية حزنيا بالاشتراك مع الدفع الناشئ من الريش على السائل كما فى المضخة المروحية ، ويراعى أن للدقاعة مدخلا مفردا ويدخل التدفق محوريا ولكن التصريف يكون فى كل من الاتجاهين المحورى والقطرى ، ويكون التصريف عادة فى قراب (غلاف) على شكل حلة ، شكل (١ - ٢٠) .

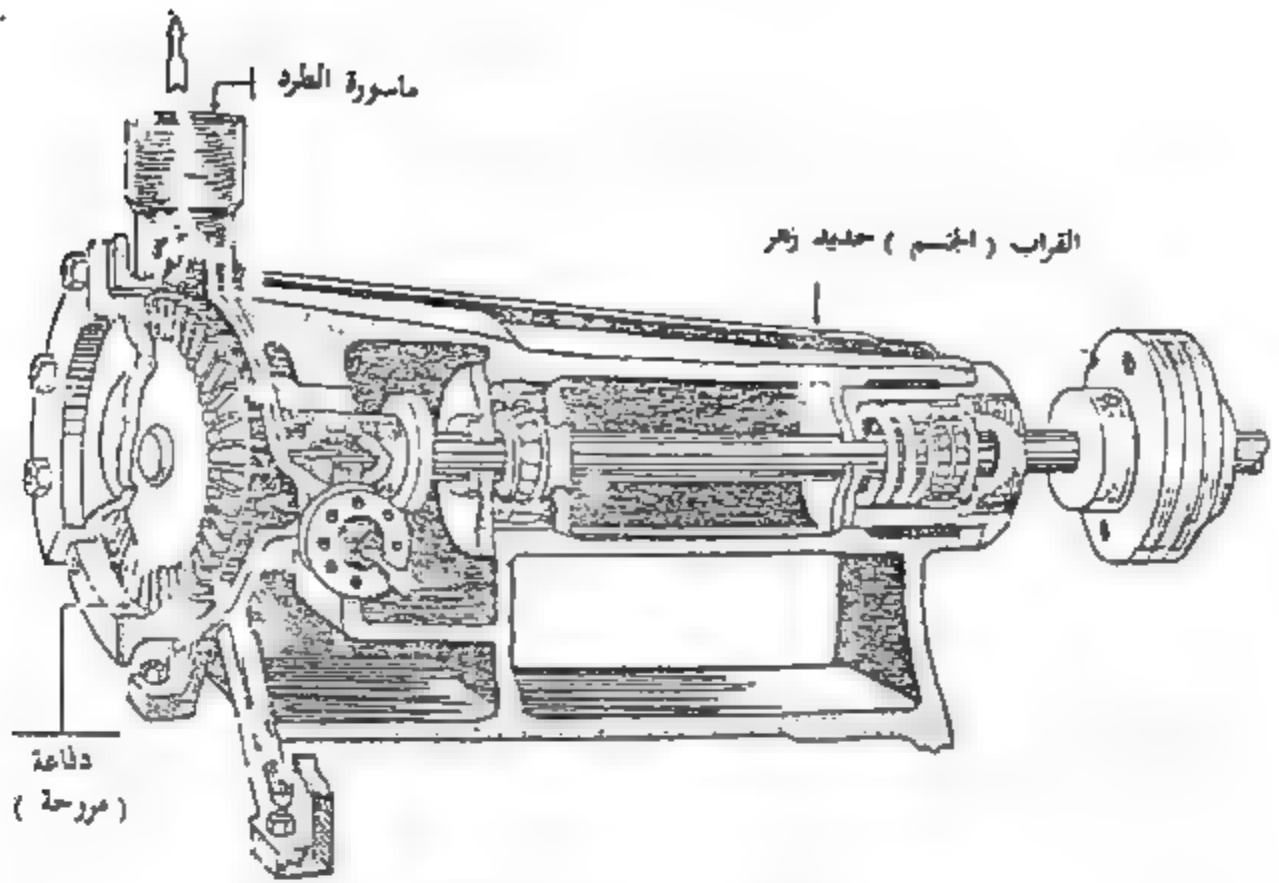


شكل ١ - ٢٠ : مضخة التدفق المختلط (محورية وقطرية)

وتستخدم مضخة التدفق المختلط فى الحالات التى يتطلب فيها سرعة أكبر مما تحققه المضخة الطاردة المركزية العادية وأقل مما هو فى المضخة المحورية (المروحية) ، مع ملاحظة أن علو (رأسى) الضغط يقع بين ما تحققه المضخة المحورية وما تحققه المضخة القطرية .

١-٤-٤ المضخة المحيطية :

وهى مضخة طاردة مركزية لها نفاعات من الطراز المفتوح ومتعددة المراحل ، ويتكون قرابها من أطواق مستقلة تجمع مع بعضها وبينها الدفاعات ، شكل (١ - ٢١) ، وينشأ علو (رأسى) الضغط الكلى باعادة تداول السائل خلال سلسلة من الريش الدوارة ، ويتوالى تصاعد الضغط كلما مر السائل من مدخل الشفط إلى مخرج التصريف .



شكل ١٠٢ : مضخة محيطية

وتجد المضخة المحيطية عددا من الاستخدامات في دورات توريد المياه وفي الصناعة خصوصا معامل الألبان، ويمكن تصميم هذه المضخة بحيث يمكن تفكيكها بسهولة دون اعتراض وصلات الشفط والتصريف، وهذا مما يسهل عملية تنظيفها وتقليل الوقت اللازم للصيانة، وهي تستخدم في مداولة اللبن والقشدة والمثلجات المتجمدة، ويلاحظ في تصميم هذه المضخات أن قرابها (غلافها) مربوط بقوامط بحيث يمكن تفكيكه لفكسيل في ثوان معدودة.

١٠٤٠٥ مميزات المضخات الطاردة المركزية :

نالت المضخات الطاردة المركزية كثيرا من الإهتمام منذ بداية هذا القرن سواء من ناحية التصميم أو التطبيق، وقد تحسنت كفايتها حتى بلغت حدا فائقا من الكفاءة، ونتج عن ذلك أن عم استخدامها في أغلب تطبيقات الضخ .

ويمكن أيجاز مزايا المضخات المركزية فيما يلي

- ١- أقل فى فاقد نقل الحركة (نقل القدرة المفقودة) .
 - ٢- تشغل حيزاً صغيراً .
 - ٣- وزنها بسيط نسبياً .
 - ٤- سعرها رخيص نسبياً .
 - ٥- أجزاؤها أخف فى التداول عند اجراء الصيانة .
 - ٦- ليس بها أجزاء داخلية تحتك فى بعضها .
 - ٧- يمكن تشغيلها بخلوص داخلى كبير نسبياً .
 - ٨- أحسن فى اتزانها وبدون تأثيرات للقصور (الذاتى) .
 - ٩- تدفق منتظم غير متناقض .
 - ١٠- يمكن تشغيل الوحدة وصمام الطرد مغلق بدون أن تنشأ ضغوط مرتفعة .
 - ١١- لا يتلامس السائل المضخوخ بها مع مزلاقات (زيوت أو شحوم) كراسى عمود الدوران .
أما عيوبها فهي :
 - ١- ليست ذاتية التحضير، وإن كان من الممكن تزويدها بتجهيزات اضافية (ملحقة) لهذا الغرض .
 - ٢- تقل كفاءتها فى الأحجام الصغيرة .
- ١ = ٥ المعادن المستخدمة لصناعة المضخات :**
- يمكن تقسيم المضخات من حيث المعادن المستخدمة فى صناعتها إلى أربعة أنواع :
- ١- مضخات مزودة بالبرونز .
 - ٢- مضخات كلها من البرونز .
 - ٣- مضخات كلها من الحديد .
 - ٤- مضخات مقاومة للاحماض .

ولعل للمضخات المزودة بالبرونز هي الطراز الشائع الاستخدام، وفيه يكون القراب (غلاف) والقارئة من الحديد الزهر ويكون عمود التشغيل من الفولاذ (الصلب) بينما تكون الدافعة وحلقات البلى (أو الغوايش) من البرونز وتكون جلب الكراسى لعمود الإدارة (اذا استخدمت) من البرونز أيضاً .

ويراعى أن المضخات التي كلها من البرونز يزيد سعرها من ٥٠ / إلى ٧٥ ٪ عن المضخات المزودة بالبرونز، بينما يصل سعر مضخات حديد زهر النيكل إلى أزيد من ١٥ ٪ إلى ٢٥ ٪ عن المضخات المزودة بالبرونز، أما مضخات معدن موندل ، $\frac{1}{4}$ نيكل ، $\frac{1}{4}$ نحاس تقريباً ، فيصل سعرها من ثلاثة إلى خمسة أضعاف للمزودة بالبرونز .

وقد تستخدم أحياناً المضخات المزودة بالبرونز في فترات الاختبار الأولية لأي مشروع، على أن تستبدل مؤخراً بالمضخات النادرة غالية الثمن عندما ينتهي التوازن النهائي للمشروع .

ونجد في المضخات المقاومة للأحماض أن كافة الأجزاء المحتمل تلامسها مباشرة مع السائل المضخوخ تكون مصنوعة من مواد مقاومة للصدأ (التحات الكيمائي) ، كما أنها لا تتفاعل مع الأحماض الموجودة في السائل .

ويلاحظ أن هناك أنواع معينة من السائل تقوم بفعل اليكتروليتي وهي تسبب بذلك مشكلة التحات (التصدأ) الجلفاني بالإضافة إلى الصدأ العادي، وينتج التحات من استخدام معدنين مختلفين في خواصهما الكهروكيميائية في سائل اليكتروليتي (ملحى موصل للكهرباء)، فمثلاً لا يجوز ضخ ماء البحر إلا بمضخة من المضخات التي كلها برونز أو كلها حديد ، أما عند استخدام مضخة مزودة بالبرونز فسوف يحدث تحات خطير بفعل الجلفنة، كما تحدث نفس الظاهرة في ضخ المحاليل الملحية (مثل البراين وهو ماء مذاب فيه كلوريد الكالسيوم أو كلوريد الصوديوم)، ولعل ذلك من الأخطاء الشائعة التي لا يصح الوقوع فيها .

ولعل أغلب صناعات المضخات مستعدين لإنتاج مضخات خاصة من الحديد الزهر أو البرونز أو حديد النيكل أو معدن (مونل) أو الفولاذ المصبوب أو فولاذ المنجنيز أو فولاذ الكروم أو أى سبيكة أخرى لتناسب حالات الصدا أو التحات الشديد (البرى والتاكل) وتم حالياً تجهيز قائمة خاصة بمختلف المواصفات اللازمة لأنواع المضخات بواسطة لجنة التوحيد القياسى لجمهورية مصر العربية .

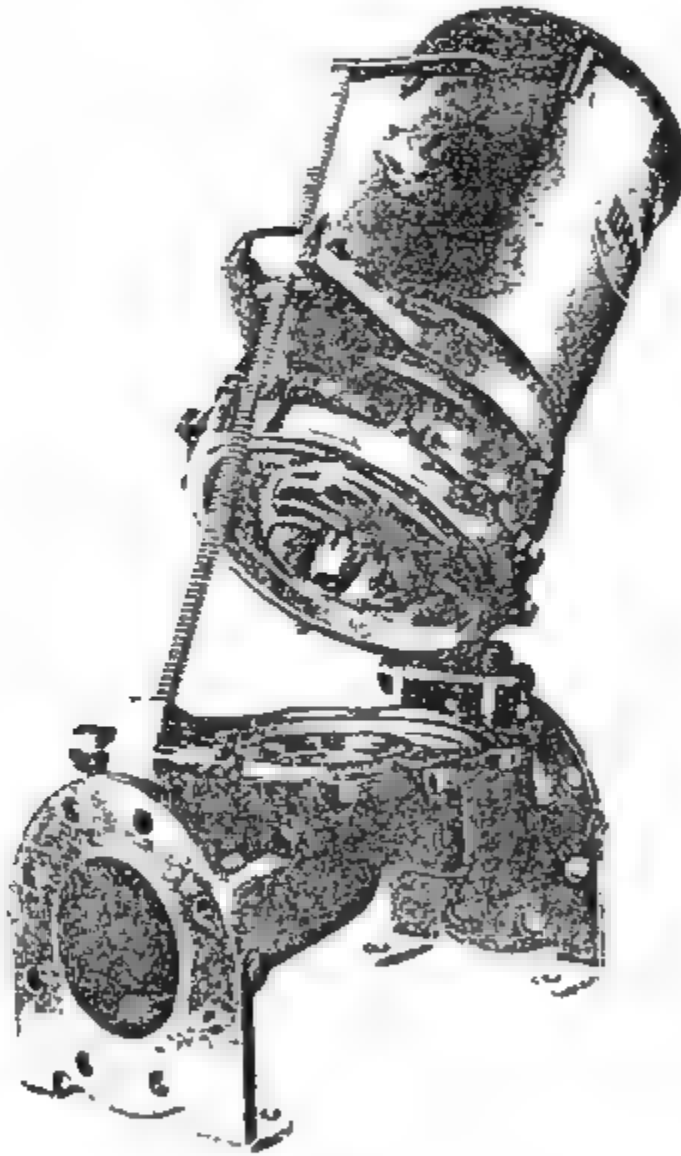
ويراعى أن هناك مواد تبادلية لإنتاج معادن قياسية أقل تكلفة وغالباً ما يستخدم البرونز والحديد المحتوى على مكونات سبائكية خاصة بضغط السوائل الحمضية أو المسببة للتحات، وقد تستخدم السبائك الفولاذية لحالات خاصة يمكن فيها استخدام السبائك الأرخص دون تأثير كبير من وجهة نظر التصدا ولكن العملية هى أن نوع السائل المضغوط يمكن أن يتغير نتيجة اختلاطه بكميات بسيطة من الأملاح المعدنية الناتجة عن التفاعل الكيماوى بين السبائك والسائل المتصرف .

كذلك قد تتسبب السبائك الرخيصة فى أحداث أى من التغييرات

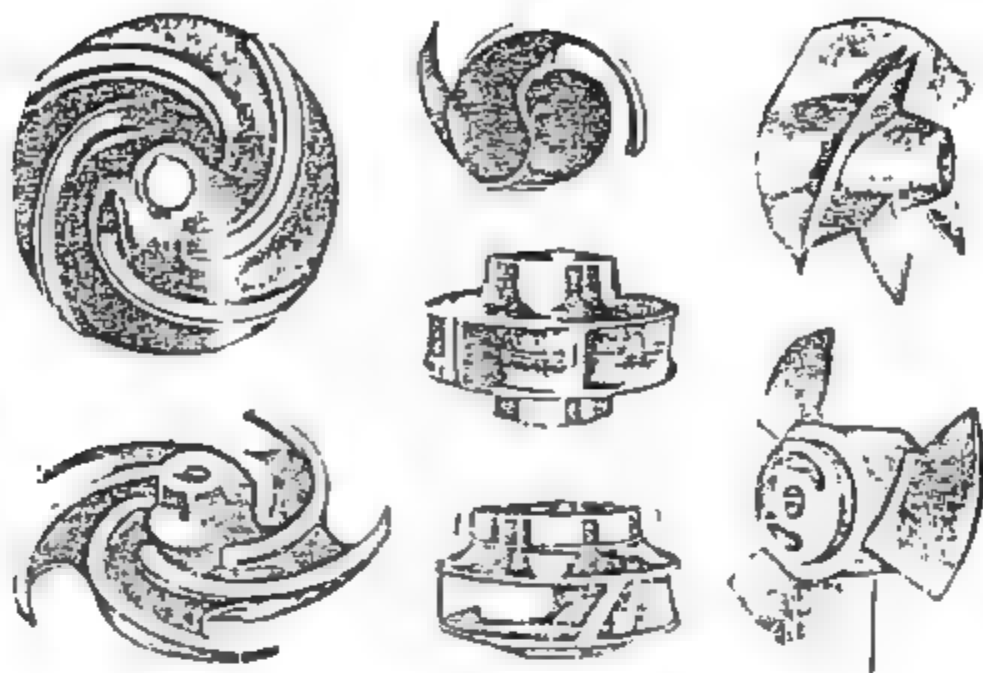
التالية :

- ١- قد يتغير لون المنتج أو السائل المضغوط .
 - ٢- قد تتصاعد غازات أو تنتج أملاحاً سامة (وخصوصاً فى منتجات الأغذية) .
 - ٣- قد تتغير مواصفات السائل فى المضخة (يمكن أن يقلل البرونز من أكسيد الهيدروجين أو هيبوكلوريد الصوديوم) ومعنى ذلك حدوث تغييرات كيماوية للسائل .
- وتستخدم مضخات الفولاذ (الصلب) المقاوم للصدا فى صناعة الورق ومعامل الألبان وحفظ الأطعمة وتعليب اللحوم، كما تستخدم مضخات فولاذ (صلب) المنجنيز فى ضخ الرمال والحصى والرماد .. ومحتويات المجارى ..

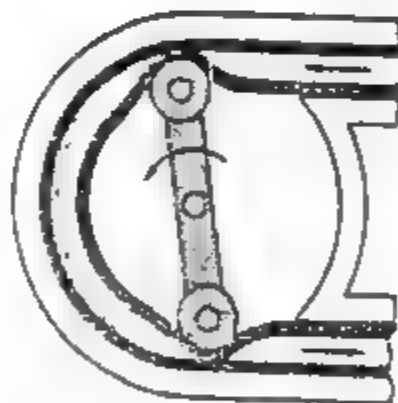
والمعروف أن سبائك الحديد والسليكون العالي تقاوم معظم الأحماض التجارية لدرجة كبيرة عمليا (ماعدا حمض الأيدروكلوريك والأيدروكلوريك إذا كانا بتركيز مرتفع). وتستخدم المضخات المبطنـة بالرصاص في حالة الأحماض المهاجمة للمعادن مثل الكبريتيك والنتريك . كما أن هناك بعض المضخات المبطنـة بالبلاستيك أو بالدائن .



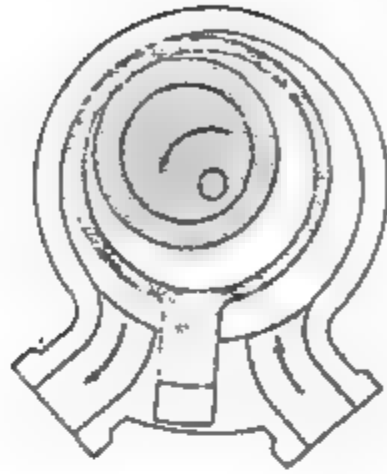
شكل ١ . ٢٢ : مضخة مركزية والقراب أفقى بمفصلة



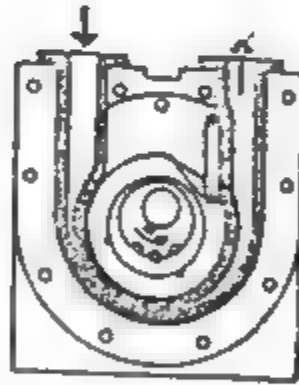
شكل ١ . ٢٣ : دفاعات مختلفة مصنوعة من البرونز



شكل ١ . ٢٤ : مضخة دورانية بأنبوبية مرنة



شكل ١ - ٢٥ : مضخة بالبطانة المرنة والعجلة المترنحة



شكل ١ - ٢٦ : مضخة دورانية مترنحة دوحية، بأنبوبية من اللدائن (البلاستيك)

الباب الثانى

المبادئ الأساسية

نستعرض فى هذا الباب بعض الأسس الهندسية الخاصة بقياس أداء المضخة واعتبارات تصميمها وتشغيلها وصيانتها وأهمها وحدات القياس الأساسية والمشتقة ، وخواص السائل ، وتأثير الضغط الجوى ، والعوامل المؤثرة فى التدفق وقياسه ، والمصطلحات الفنية المستخدمة فى توصيف المضخة مثل السعة والقدرة والعلو (الراسى) والرفع والسحب (الشفط) .

٢ = ١ وحدات القياس :

تقرر مؤخرا توحيد وحدات القياس المستخدمة في مختلف الدول فيما يعرف باسم النظام العالمي لوحدات القياس ، ومن المأمول أن يشجع استخدامها عمليا في مختلف المجالات ، حتى تسهل تبادل المعرفة والخبرات بين دول العالم .

ومن مميزات نظام الوحدات العالمية للقياس أنها عشرية ، أي تستخدم العشرة ومضاعفاتها ١٠٠ ، ١٠٠٠ ، ١٠٠٠٠ الخ. كما أنها متعاسكة ، أي أن حاصل ضرب أي وحدتين أساسيتين ينتج عنها الوحدة المشتقة المطلوبة دون أي معاملات رقمية قد تتعقد بسببها الحسابات .

ويتميز النظام العالمي بأنه يعطينا وصلة مباشرة للعلاقة بين وحدات العلوم الميكانيكية ، ووحدات العلوم الكهربائية .

٢ = ٢ الوحدات الأساسية :

يحدد النظام العالمي للقياس ست وحدات أساسية تشتق منها باقي الوحدات الهندسية ، ويوضح الجدول التالي الوحدات الأساسية الست .

الكمية الفيزيائية	الوحدة	الرمز
الطول	متر	م
الكتلة	كيلوجرام	كج
الزمن	ثانية	ث
درجة الحرارة	كلفن	° ك
شدة التيار الكهربى	أمبير	أ
شدة الاضاءة	شمعة	ش

٢=٢=١ درجات الحرارة المنوية :

تستخدم درجة الحرارة لتحديد المستوى الحرارى لمادة معينة ،
وتقاس بترمومتر (مقياس الحرارة) مقسم إلى مائة درجة منسوبة إلى
قاعدتين أساسيتين :

درجة الصفر (النوى) والتي يبدأ عندها ذوبان الثلج أى تحوله من
مادة صلبة إلى مادة سائلة (مياه) ، ودرجة ١٠٠°م (منوية) والتي يبدأ
عندها غليان السائل (المياه) أى تحوله من مادة سائلة إلى مادة غازية ،
وذلك عند الضغط الجوى العيارى ١,٠١٣ بار (كج / سم^٢) .

٢=٢=٢ درجات الحرارة المطلقة (كلفن) :

يستخدم النظام العالمى وحدات كلفن لقياس درجة الحرارة وهى
الدرجة المطلقة التى تستعمل فى الحسابات النظرية لدراسة العلاقة بين
درجة الحرارة والحجم والضغط فى قرانين الغازات والسوائل .

وتعرف درجة الصفر المطلق بأنها النقطة التى ينعدم عندها حجم
الغاز (نظريا) اذا تم تبريده الى تلك الدرجة ، وقد وجد انها ثابتة لكافة
الغازات وهى تساوى - ٢٧٣°م .

درجة الحرارة (منوية)



شكل ١.٢ : العلاقة النظرية بين حجم الغاز ودرجة الحرارة المنوية والدرجة كلفن (المطلقة)

وتحصل على درجة الحرارة المطلقة بإضافة ٢٧٣ إلى الدرجة المئوية
أى أن درجة الحرارة المطلقة = ٢٧٣ + درجة الحرارة المئوية .

٢-٢ الوحدات المشتقة :

يمكن الحصول على الوحدات المشتقة من تلك الوحدات الأساسية
الست السابقة، فمثلاً نحدد أن وحدة المساحة هي المتر المربع (م^٢)، ووحدة
الحجم هي المتر المكعب (م^٣) . وحدة الكثافة هي كج/م^٣، ووحدة السرعة
(معدل المسافة المقطوعة بالنسبة للزمن) هي المتر على الثانية (م/ث)،
ووحدة العجلة (معدل زيادة السرعة بالنسبة للزمن) هي المتر على مربع
الثانية (م/ث^٢) ... الخ .

وتبرز ميزة النظام العالمى لوحدات القياس فى أننا لا نحتاج إلى
مصريوب عددي للحصول على الوحدات المشتقة كما يتضح من الوحدات
التالية .

٢-٣-١ وحدة القوة :

إذا أثرت قوة فى جسم كتلته ١ كج بحيث يتحرك بعجلة قدرها
١ متر/ثانية^٢ فإن هذه القوة تساوى ١ نيوتن، أى أن القوة هي حاصل
ضرب الكتلة في العجلة، ووحدتها هي النيوتن، وعلى ذلك تكون :

$$\text{القوة} = \text{الكتلة} \times \text{العجلة}$$

$$\text{أى أن } ١ \text{ نيوتن} = ١ \text{ كج} \times ١ \text{ متر/ث}^2$$

ويجدر هنا أن نشير إلى الفرق بين كتلة الجسم بالكيلو جرام ووزن
(قوة الجسم) بالنيوتن، فإذا كانت العجلة الناشئة عن الجاذبية الأرضية
هي ٩.٨١ متر/ث^٢ فإن الجسم الذى كتلته ١ كج يكون وزنه ٩.٨١ نيوتن .

٢-٣-٢ وحدة الشغل :

يعرف الشغل بأنه حاصل ضرب القوة المؤثرة على الجسم في
المسافة التي تحركها الجسم ، وتسمى وحدة الشغل جول، وهو عبارة عن

الشغل المبذول من قوة مقدارها نيوتن واحد أثرت على جسم فتسببت في حركته مسافة مقدارها متر واحد في اتجاه خط عمل القوة ، ويستخدم الجول أو الكيلو (الف) جول أو الميجا (مليون) جول كوحدات للشغل .

ويراعى أن ١ جول = ١ نيوتن \times ١ متر

وتستخدم وحدات الشغل أيضا للتعبير عن وحدات الطاقة .

٢-٣-٢ الحرارة وعلاقتها بالشغل :

١- كانت الحرارة والشغل نوعين من الطاقة يمكن تحويل كل منهما للآخر فقد تم استخدام الجول أيضا كوحدة للحرارة وهو العالم الذى كان أول الباحثين في إيجاد علاقة الشغل بالطاقة الحرارية ، وقد أثبت جول أن رفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة واحدة كلفن (أو مثوية) يحتاج إلى ٤,٨٧ كيلو جول - وهو ما يعرف بالحرارة النوعية للماء (عند الضغط الجوى) .

٢-٣-٣ وحدة القدرة :

تعرف القدرة بأنها معدل الشغل على وحدة الزمن ويستخدم الراط أو الكيلو راط أو الميجا راط للتعبير عن القدرة أى أن :

$$\text{القدرة} = \frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}}$$

$$\text{وعلى ذلك يكون ١ راط} = \frac{١ \text{ جول}}{١ \text{ ثانية}}$$

٢-٣-٤ وحدة الضغط :

يعرف الضغط بأنه معدل القوة على وحدة المساحة ونسمى وحدة الضغط باسكال وعلى ذلك يكون :

$$\text{الضغط} = \frac{\text{القوة}}{\text{المساحة}}$$

$$١ \text{ باسكال} = ١ \text{ نيوتن} \div ١ \text{ متر مربع}$$

$$\text{با} = \text{ن} / \text{م}^٢$$

ولما كانت وحدة الباسكال صغيرة عند تقدير الاعتبارات العملية فقد
تم الاستعاضة عنها بوحدة أخرى وهى البار بحيث يكون :

$$\text{البار} = 10^5 \text{ باسكال} = 10^5 \text{ كيلو باسكال}$$

ويتضح هنا أن البار هو المكافئ فى النظام العالمى لما كان مستخدماً
من قبل فى وحدات قياس الضغط بالنظام الفرنسى للكيلو جرام (وزن)
على السنتيمتر المربع (كج/سم²) .

٢=٤ الخواص الطبيعية للسائل :

بيدما نحد أن المواد الصلبة لها دائماً شكل محدد . إلا أن السوائل
ليس لها هيئة ذاتية بل أنها تتشكل بسرعة حسب ما يحتويها من إناء
وبسبب خاصية السوائل فى عدم التشكيل فبإمكاننا أن نسوقها إلى أى
مكان فى ماسورة أو خرطوم سواء كان ذلك بتأثير الجاذبية أو بتسليط
قوة عليها ، وتعتبر السوائل تالية للكهرباء فى سهولة نفاذها .

وبالرغم من أن السوائل ليس لها شكل (لا تشكبية) ذاتى ، فإنها
غير انضغاطية (قابلية للانضغاط) لو قورنت بالكثير من المواد الصلبة
وعند نسيب قوة على سائل محصور ، فسوف يبدى السائل نفس
الجسوءة (التماسك) كما لو كان جسماً صلباً . فإذا زدنا الحيز
المحصور فيه السائل بمخرج مناسب فسوف تعمل سيولة السائل على
انتقاله ونقل القوة

ويراعى أننا إذا سلطنا وحدة نيوتن على متر مكعب من الماء فسوف
لا ينقص حجمه إلا بحوالى ١ : ١٥٠٠٠ وسوف يعود الماء إلى حجمه
الطبيعى إذا زالت القوة المؤثرة عليه .

٢=٤=١ قانون باسكال :

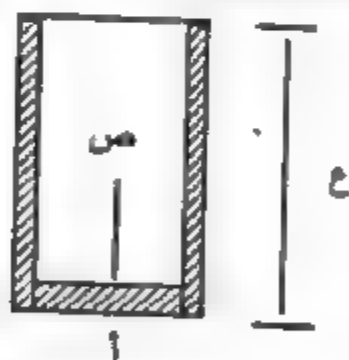
اكتشف باسكال عام ١٦٥٢ أن الضغط الناشئ فى سائل يوتر

بنفس قيمته في كافة الاتجاهات ، ويعمل هذا الضغط في اتجاه عمودي على السطح الذي يحد السائل ، وعلى ذلك فلو راجعنا شكل (٢-٢) وكان وزن عمود الماء على سنتيمتر مربع من القاع هو ٢ كج ، فسوف نقول أن للضغط عند النقطة (١) هو ٢ كج/سم^٢ (بار) ، ويؤثر في كافة الاتجاهات ، وسوف يقوم السائل عند النقطة (١) بدفع القاع والاجناب بنفس هذا الضغط بحيث تصبح الضغوط متزنة على مختلف المساحات ، وينبغي أن يكون الصهريج كافي المتانة ليقاوم هذه الضغوط بقوة مساوية تماما للدفع ، كما يجب أن يكون القاع أيضا بمتانة كافية لمقاومة الضغط إلى أسفل والواقع عليه من السائل المرتكن فوقه .

ويحدث هذا الاتزان في الضغوط عند كل مستوى (منسوب) آخر في الصهريج ، ومن المعروف أن الصهريج يتعرض لضغوط أقل كلما اقتربنا من السطح .

وبذلك يظل السائل في حالة سكون ، فلا ينسكب خارجا ولا ينهار الصهريج .

ولعل واحدة من النتائج الهامة لقانون باسكال ، أن شكل الاناء لن يغير بحال من الأحوال على علاقات الضغوط .



شكل ٢ - ٢ : العلاقة بين العلو وضغط السائل

وسوف يعتمد الضغط الناشئ عن وزن السائل عند أي منسوب على الارتفاع الرأسى (العلو) لسطح السائل عن هذا الخط ، وتعرف المسافة الرأسية بين منسوبيين لقيمين في سائل على أنها العلو (الرأسى) .

٢-٤-٢ الكثافة والكثافة النوعية :

سوف يعتمد الضغط الناشئ عن علو (رأسي) السائل على كثافة هذا السائل أى كتلة وحدة الحجم للسائل فنجد أن الماء مثلاً يزن طناً (١٠٠٠ كج) للمتر المكعب أو كج/التر أو جم/سم^٣ بينما نجد أن نوعاً معيناً من الزيوت قد يزن المتر المكعب منه ٠,٧٠٠ طن (٧٠٠ كج)، ومعنى ذلك أن ارتفاع ١٠ أمتار ماء يعطينا ضغطاً قيمته ١ كج/سم^٢ بينما يكون ضغط الزيت الذى له نفس الارتفاع ٧ كج/سم^٢، بينما يكون ضغط نفس الارتفاع من الزئبق هو ١٣,٦ كج/سم^٢ .

الكثافة النوعية :

هى النسبة بين وزن حجم معين من السائل ووزن نفس الحجم من الماء العذب تحت الظروف القياسية للضغط ودرجة الحرارة ، ولما كانت كثافة الماء هى ١ كج/سم^٣ لذلك نجد أن الكثافة النوعية لأى مادة أخرى هى رقمياً نفس قيمتها للكثافة ولكن بدون تمييز .

٢-٤-٢ اللزوجة :

هى تعبير عن مقدار الاحتكاك الداخلى فى السائل ومقاومته للتدفق، أو بتعبير أدق ، هى المقارمة للقص بين الطبقات المتتالية للسائل عند درجة حرارة معينة، وتستخدم من الوجهة العملية أجهزة مختلفة لقياس اللزوجة تسمى بمقاييس اللزوجة، وفيها يتم تدفق كمية محددة من السائل خلال فوهة ذات أبعاد قياسية عند درجة حرارة معينة ، ويجرى تسجيل الزمن اللازم لتدفق تلك الكمية خلال الفوهة ، ويعرف الزمن المستغرق بالثانية باسم اللزوجة .

وتستخدم بريطانيا جهاز ريدود، بينما تستخدم أمريكا جهاز سايبولت، أما فى أوروبا فتستخدم وحدات أنجلر، وهى وحدات مطلقة تمثل النسبة بين الزمن المستغرق لسريان ٢٠٠ سم^٢ من السائل فى الفوهة الى

الزمن المستغرق لسريان نفس الكمية من الماء خلال نفس الفوهة عند درجة حرارة ٢٠°م، وتتغير لزوجة معظم السوائل (خصوصا المنتجات البترولية) بتغير درجة الحرارة، فتقل اللزوجة عند ارتفاع درجة الحرارة، والعكس بالعكس .

٢-٤-٤ الضغط الجوي :

يقع كل ما على سطح الأرض من مواد تحت محيط من الهواء الجوى يغلف طبقة الأرض راسيا لعدة كيلو مترات .

ولما كان الهواء الذى نعيش فيه هو خليط من الغازات أى من مواد لها وزن، فهى بذلك تضغط على ما يقع تحتها من أشياء بفعل العلو (الرأسى) ويراعى أن ضغط الهواء الجوى عند سطح الأرض فى الظروف القياسية يكون ١٠١٣ بار (كج/سم^٢)، وتضغط الغازات بفعل وزنها الذاتى، لذلك يكون وزن الهواء عند سطح البحر أكبر من وزنه عند قمة جبل، ويقل الضغط تبعاً لذلك كلما ازداد ارتفاعنا فى الغلاف الجوى .

وبذلك نجد أن الضغوط الجوية تتبع قانون باسكال، تماماً كما تتبع الضغوط الناشئة فى السائل، وقد بينا فى شكل (٢ - ٢) أن الضغوط الناشئة عن علو السائل (الرأسى) لابد أن تتوازن عند كل نقطة فى كل اتجاه فى السائل إذا كان عليه أن يظل فى حالة استقرار، وكذلك أيضاً مع الضغوط الجوية.

والمعروف أن قياس الضغط الجوى يتم بما يوازيه من ارتفاع عمود الزئبق فى البارومتر ، فإذا اعتبرنا أن كثافة الزئبق هى ١٣٦٠٠ كج/م^٣ ، وأن قوة الجاذبية على كتلة الكيلو جرام الواحد هى ٩,٨٠٦٦٥ نيوتن فسيكون وزن المتر المكعب من الزئبق هو ١٣٦٠٠ × ٩,٨٠٦٦٥ نيوتن أى ١,٣٢٣ كيلو نيوتن (كن)، وعلى ذلك يكون الضغط الناشئ من عمود زئبق طوله متر على مساحة متر مربع هو ١٣٣,٣ كن، وبالتالي يكون الضغط الناشئ من عمود زئبق ارتفاعه ١٣٣,٣ ن / م .

وبالمثل يكون الضغط الناشئ من عمود ماء ارتفاعه ملليمتر واحد هو ٩.٨٠٦٦٥ ن/م^٢ أى حوالى ٩.٨١ ن / م^٢ .
فمثلا اذا كان طول عمود الزئبق فى بارومتر الضغط الجوى هو ٧٦٠ مم، فعلى ذلك يكون :

$$\text{الضغط الجوى} = ٧٦٠ \times ١٣٣٣$$

$$= ١٠١٣٠٠ \text{ ن / م}^2$$

$$= ١٠١٣ \text{ بار (كج/سم}^2\text{)}$$

ويراعى أن ضغط الهواء الجوى القياسى = ١٠١٣ بار (كج/سم^٢)

$$= ١٠١٣ \text{ متر عمود ماء (علوى رأسى)}$$

$$= ١,٧٦٠ \text{ متر عمود زئبق (الكثافة}$$

$$\text{النوعية للزئبق } ١٣.٦)$$

٢-٤-٥ الضغط المطلق والقياس والتخلخل :

يعرف الضغط المطلق على سائل بأنه مجموع الضغط الذى يسجله مقياس الصعط فى خطوط السائل مضافا اليه الضغط الجوى كما يسجله مقياس البارومتر (تحت نفس الظروف) أى أن :

$$\text{الضغط المطلق} = \text{ضغط البارومتر} + \text{ضغط العداد (القياس)}$$

$$= ١٠١٣ \text{ (عند سطح البحر) + ضغط العداد}$$

هنا كان ضغط العداد لخط الطرد هو ٥.٥ بار (كج/سم^٢) وكان ارتفاع عمود الزئبق فى البارومتر هو ٧٥٨ مم فيكون الضغط المطلق على السائل هو مجموع العداد (المقياس) والضغط الجوى وعلى ذلك نجد أن :

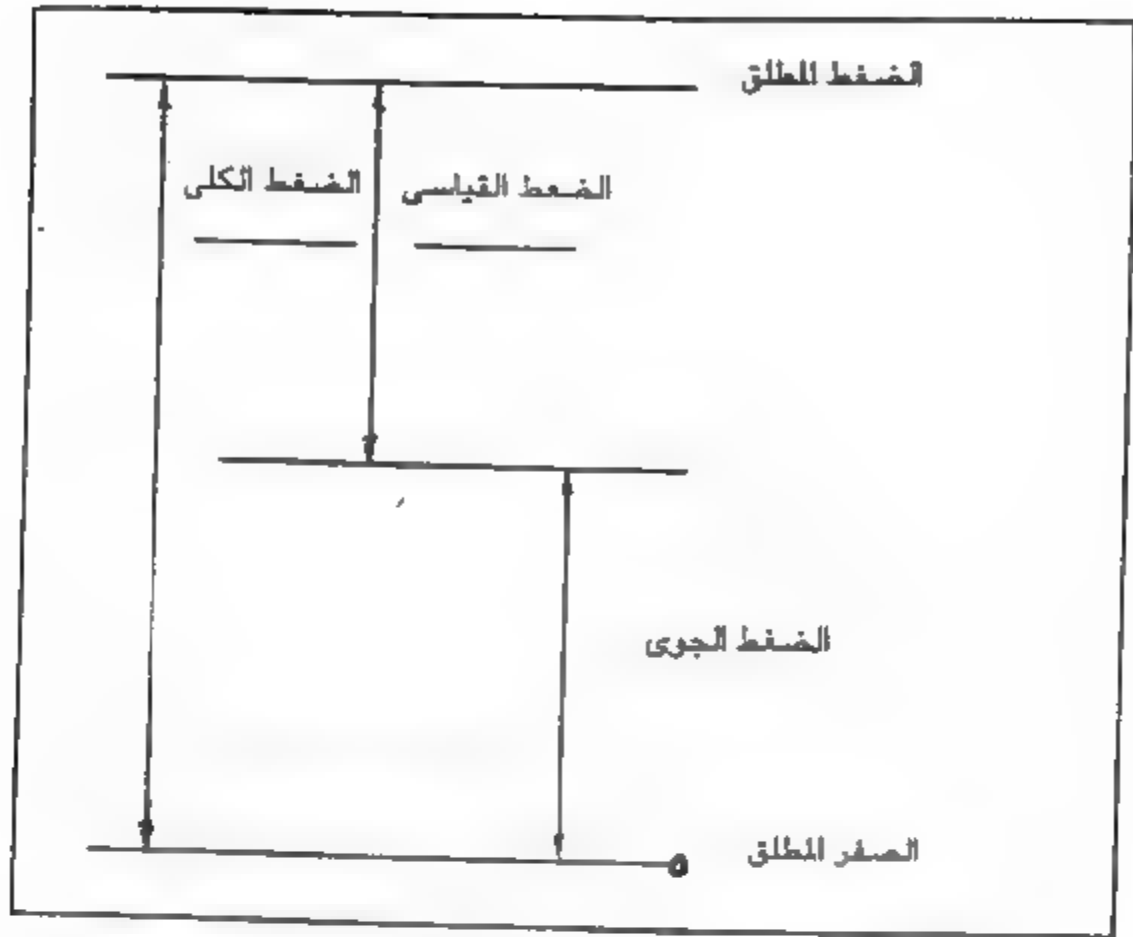
$$\text{الضغط الجوى} = \frac{١٣٣,٣ \times ٧٥٨}{١٠٠٠٠٠}$$

$$= ١,٠١ \text{ بار (كج/سم}^2\text{)}$$

فيكون الضغط المطلق للطرد

$$= ٥,٥ + ١,٠١$$

$$= ٦,٥١ \text{ بار (كج/سم}^2\text{)}$$



شكل ٢ - ٣ : العلاقة بين الضغط الجوي و ضغط القياس والضغط المطلق

كذلك يعرف ضغط التخلخل بأنه تفريغ، أى ضغط سالب داخل الأوعية المحتلة ، وفي هذه الحالة يكون :

$$\text{الضغط المطلق} = \text{ضغط البارومتر} - \text{ضغط التخلخل}$$

وكثيرا ما يقاس ضغط التخلخل بارتفاع عمود الزئبق (أو عمود الماء) الذى يوضع فى أنبوبة على شكل U ، وتعرض فى ناحية لضغط الجو وفى الناحية الأخرى لضغط التخلخل .

فإذا كانت قراءة ضغط التفريغ فى العداد هى ٦٠٠ مم زئبق وكان ارتفاع البارومتر هو ٧٥٨ مم فيكون الضغط المطلق هو مطروح ضغط المقياس من الضغط الجوى أى أن :

$$\text{الضغط المطلق} = 122,2 \times 708 - 122,2 \times 600$$

$$= 122,2 \times (708 - 600) =$$

$$= 12,1 \text{ كغ / م}^2$$

$$= 0,21 \text{ بار (كغ/سم}^2\text{)}$$

٢-٤-٦ تأثير الضغط على درجة الغليان :

ترتفع درجة الغليان بزيادة الضغط، فمثلا يغلى الماء عند درجة حرارة 100° إذا كان واقعا تحت ضغط جوى، فإذا زاد الضغط عليه فسوف ترتفع درجة الحرارة التى يبدأ عندها الغليان، وتقل درجة الغليان إذا انخفض الضغط الواقع على الماء حتى أنه من الممكن أن يغلى فى درجة الحرارة المعتادة إذا خفضنا الضغط عليه (تخلخل) إلى الدرجة المناسبة .

٢-٥ وصف التدفق :

يكون السائل فى دورة ايدرولية واقعا تحت ضغط معين بحيث يملأ تماما كافة مواسير الدورة وذلك تحت ظروف التشغيل المعتادة، ويكون هذا الضغط ناتجا عن قوة الجانبية على كتلة السائل (وزنه) من ناحية او عن قوة خارجية كما يحدث نتيجة فعل مضخة، التى تحصل هى الأخرى على الطاقة اللازمة لها من محرك كهربى أو بخارى مثلا، لذلك يلزمنا أن نتفهم بدقة كافة المصطلحات الخاصة بتدفق السائل .

٢-٥-١ حجم وسرعة التدفق :

يقصد بحجم التدفق كمية السائل التى تمر على نقطة معينة من الدورة. فى وحدة الزمن، ويمكننا التعبير عن حجم التدفق بعدة طرق مثل المتر المكعب فى الساعة أو فى الدقيقة أو فى الثانية، وتستخدم أمريكا وحدات الجالونات فى الساعة أو فى الدقيقة أو فى الثانية ، وبالنسبة لوحدات القياس العالمية فستلزم بتعبير المتر المكعب فى الثانية (م^٣/ث).

أما سرعة التدفق فتعنى معدل السريان الذى يتحرك به السائل للأمام من نقطة محددة فى الدورة ويمكن التعبير عنها بمختلف وحدات السرعة مثل الميل فى الساعة أو القدم فى الثانية (فى وحدات القياس العالمية) .

وفى الغالب ما يرتبط حجم (كمية) وسرعة التدفق معاً، فإذا أخذ فى الاعتبار أن بقية الظروف ثابتة أى إذا لم يتغير حجم السائل فسوف تزيد سرعة التدفق كلما نقصت مساحة مقطع الماسورة، بينما تنقص سرعة التدفق كلما زادت مساحة مقطع الماسورة، وإذا لاحظنا مجرى مائياً مثلاً فسوف نجد أن سرعة التدفق تكون بطيئة فى الأجزاء المتسعة من المجرى بينما نجد أن معدل التدفق سريع فى الأجزاء الضيقة، حتى وإن كان حجم الماء الذى يمر على كل من الجزئين ثابتاً .

٢-٥-٢ التدفق المنتظم وغير المنتظم :

قد يتدفق السائل فى انسياب (حجم) ثابت مستمر، أو قد يكون حجم التدفق متغيراً فيزيد أو ينقص أو يتأرجح بين الריادة والسفصار وتتضمن هذه التغيرات فى الحجم تدفقاً غير منتظم، وسوف يكون السائل منتظماً طالما ظل الضغط الواقع على السائل فى خطوط المواسير ثابتاً . إذا تغير الضغط فسوف يصبح التدفق غير ثابت مرة أخرى إلى أن نصل إلى مرحلة توازن جديدة .

٢-٥-٢ التدفق الانسيابي والدوامى :

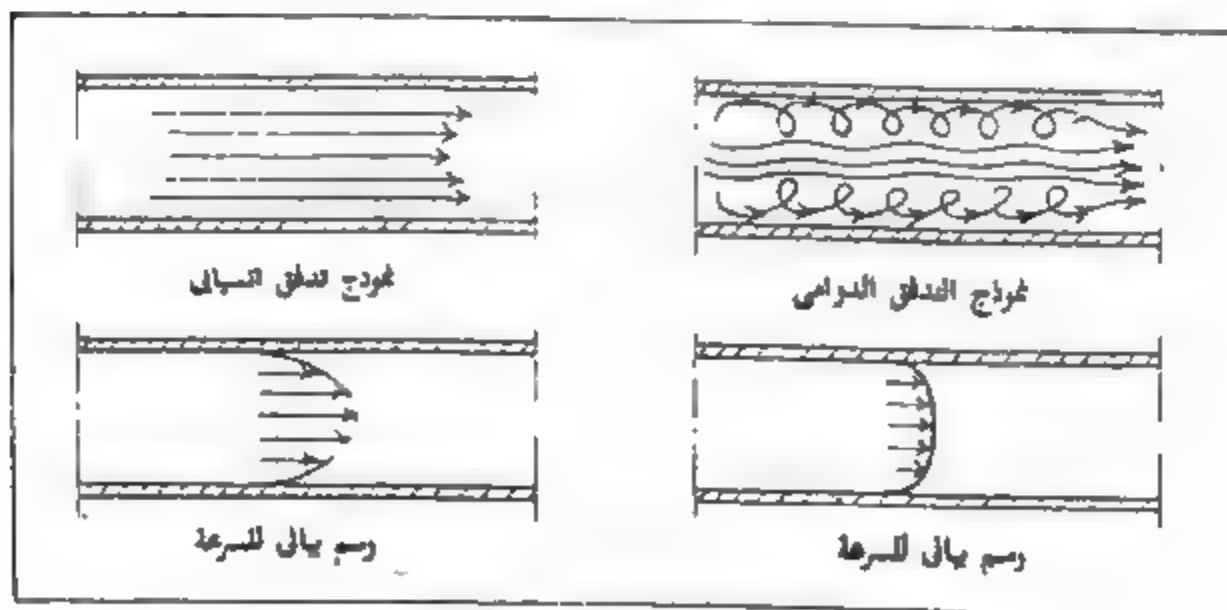
إذا كانت سرعة تدفق السائل منخفضة جداً بحيث يكون سريانه بنعومة وبانتظام شديد، فسوف يمكننا أن نتخيل التدفق كما لو كان تسلسلاً متوالياً من الطبقات حيث تكون الطبقة المجاورة للماسورة ساكنة، وتتحرك الطبقة التى تليها ببطء وهكذا إلى أن نصل إلى الطبقة المتمركزة فى منتصف الماسورة فنجد أنها أقصى سرعة بين الطبقات . ولهذا السبب يسمى هذا النظام من التدفق بأسم التدفق الانسيابي، ومعنى ذلك أن جسم السائل سوف يتحرك للأمام تماماً دون أن يتقاطع مع

المسارات الأخرى التى تمر بها الجسيمات الأخرى، بل بدون أن تصطدم بها، ويكون تأثير خشونة جدار الماسورة الداخلى ووجود أى تجهيزات مثل المحابس والأكواع غير مؤثر على التدفق بالمرّة .

ولن نحد فى الواقع هذه الصورة للمثالية للتدفق، فهى لا تحدث إلا عند السريران بالسرعات البطيئة جداً أو عند زيادة لزوجة السائل لدرجة كبيرة، أما عندما يبلغ السائل نقطة معينة من السرعة فسوف يصبح هذا النمط المرتب للتدفق غير منتظم فيمر السائل، وتتكون به تيارات دوامية محلية ليستهلك مقداراً أكثر من الطاقة ويعرف هذا الطراز باسم (التدفق الدوامى)، وعندما تكون درجة خشونة الجدار الداخلى للماسورة هامة، وتعمل مختلف التجهيزات فى خطوط اللواسير على زيادة الدوامية لدرجة كبيرة، ولا يحدث التغير من التدفق الانسيابى الى التدفق الدوامى فجأة، بل أن هناك مرحلة وسطى تسمى المرحلة الانتقالية

ونجد فى حالة التدفق الدوامى أن المقاومة للتدفق محسوبة بالنسبة لوحدة الطول فى الماسورة وتعتمد على :

- (أ) سرعة التدفق، وتتغير المقاومة تبعاً لمربع سرعة التدفق .
- (ب) خشونة الماسورة (من الداخل) وتتغير خطياً مع سرعة التدفق .
- (جـ) لزوجة السائل . وتتغير المقاومة خطياً مع اللزوجة .



شكل ٢ . ٤ : المقارنة بين التدفق الانسيابى والدوامى

٢ = ٦ العوامل المؤثرة في التدفق :

٢ = ٦ = ١ القصور الذاتى :

يستخدم تعبير القصور الذاتى لوصف الخاصية التى تشترك فيها كل أشكال المادة، بحيث تقاوم الحركة اذا كانت فى حالة سكون، وبالمثل فأبها تقاوم أى تغيير فى معدل حركتها اذا كانت متحركة، وعلى ذلك يمكننا أن نفهم هذه الخاصية، فانا كان الجسم فى حالة سكون فسوف يظل فى حالة السكون بينما سوف يستمر الجسم المتحرك فى حركته بنفس السرعة وفى نفس الاتجاه. هذا بالطبع ما لم تؤثر عليه قوة خارجية بحيث تدفعه إلى الحركة من حالة السكون أو تقاوم حركته ليقف مرة ثانية.

٢ = ٦ = ٢ العلاقة بين القصور والقوة :

حتى يمكن للجسم أن يتغلب على سلوكه فى مقاومة تغيير حالته سواء فى السكون أو الحركة، فلا بد من وجود قوة خارجية تؤثر عليه دون أن تلغيها أو توازنها قوة أخرى، وهناك علاقة مباشرة بين مقدار القوة وقيمة القصور الذى يعمل ضدها، وتعتمد هذه القوة على عاملين :

كتلة المادة (وتتناسب مع وزنها) وعلى معدل تغير سرعة الجسم (العجلة) أى أن :

$$\text{القوة (نيوتن)} = \text{الكتلة كج} \times \text{العجلة (م/ث)}$$

٢ = ٦ = ٣ العوامل الحاكمة للفعل الأيدروولى :

تقع السوائل دائما تحت قوة الجاذبية ، أى تحت وزنها الذاتى ، كما يؤثر عليها الضغط الجوى، أى وزن الهواء الذى يعلو الدرة، كذلك يوجد بعض الاحتكاك فى حالة حركة السائل (بسبب خشونة جدار الوعاء أو لزوجة السائل)، وأخيرا فإن القصور الذاتى يعتبر أحد العوامل التى تكمل قائمة القوى المؤثرة على فعل السوائل ، سواء كانت فى حالة السكون أو

فى حالة الحركة، يضاف إلى ذلك أى قوة مؤثرة قد تتواجد أو تغيب، وإن كانت على أية حالة مستقلة تماما عن حركة السائل أو سكونه .

٤-٦-٢ طاقة الحركة :

لا بد من وجود قوة تؤثر على الجسم لدفعه بسرعة أو لتزيد سرعته الابتدائية، ومن الضروري أن يستمر عمل القوة بينما يتحرك الجسم لمسافة معينة، ويعرف الشغل بأنه حاصل ضرب القوة للمؤثرة على الجسم فى المسافة التى تحركها، والمعروف أن الشغل هو أحد لوجه الطاقة وعلى ذلك فنلزمنا الطاقة (الشغل) لدفع الجسم بسرعة ما، وكلما زادت الطاقة المستخدمة، كلما زادت سرعة الجسم متحركا فأننا نقول عندئذ أنه اكتسب طاقة حركة وتعتمد كمية طاقة الحركة التى اكتسبها جسم على وزنه (الكتلة × العجلة) والسرعة التى يتحرك بها.. وبذلك يكون :

$$١ \text{ طاقة الحركة} = \text{الكتلة} \times (\text{السرعة})^2$$

$$= \text{كج} \times \text{مترا} / \text{ث} \times \text{متر} / \text{ث} = \text{جول}$$

$$\text{أو طاقة الحركة} = \text{الوزن (النيوتن) } \times \text{المسافة التى تحركها}$$

$$= (\text{نيوتن}) \times \text{متر} = \text{جول}$$

٤-٦-٢ العلاقة بين القوة والضغط والعلو (الرأسى) :

عندما نتعامل مع السوائل، فأننا دائما نقدر القوة الواقعية بالنسبة للمساحة التى تؤثر عليها، والمعروف أن القوة على وحدة المساحة هى الضغط، وبذلك فأننا نعبر عن الضغط بوحدات النيوتن على المتر المربع أى الباسكال ونتخذ وحدة البار عمليا للتعبير عن الضغط حيث أن :

$$١ \text{ بار} = \text{كج (وزن)} / \text{سم}^2 = ١٠^5 \text{ باسكال}$$

كذلك يمكننا أن نعبر عن الضغط بما يوازيه من وزن عمود الماء، أى العلو (الرأسى)، وهو الارتفاع الرأسى لعمود السائل الذى يعادل وزنه نفس قيمة الضغط المؤثرة .

٦-٦-٢ العلاقة بين الضغط والعلو (الرأسى) فى السوائل المتدفقة :

يمكننا التعبير عن العوامل الخمسة المتحركة فى نقل السوائل إما بوحدة القوة أو بما يلاحظها من الضغوط أو العلو (الرأسى) ، ولابد تبعاً لذلك أن نقيس هذه العوامل بنفس الواحدات فى الحالة المحددة حتى يمكن على هذا الأساس إما جمعها أو طرحها لدراسة العلاقة بينها، والعوامل الخمسة هي :

جاذبية (الوزن)

الضغط الجوى

القوة الناتية المؤثرة

القصور

الاحتكاك

ويعرف علو (رأسى) الجاذبية، باسم العلو (الرأسى) وذلك إذا كانت هذه القيمة هامة ومأخوذة فى الاعتبار، وكذا يقدر تأثير الضغط الجوى على أنه علو (رأسى) الضغط، أما تأثير القصور (الذاتى) فلابه مرتبط دائماً بالسرعة، فأذا نعبر عنه بعلو (رأسى) السرعة، وأخيراً فأننا نطلق على تأثير الاحتكاك أنه علو (رأسى) الاحتكاك وهو يمثل نقصاً فى الضغط أو العلو (الرأسى) .

٦-٦-٣ العوامل الاستاتيكية والدينامية :

تؤثر العوامل الثلاثة الأولى، الجاذبية والضغط الجوى، والقوة المؤثرة على السوائل سواء كانت فى حالة سكون أو فى حالة حركة، بينما نجد أن العاملين الأخيرين، وهما القصور والاحتكاك فلا يؤثران على السائل إلا فى حالة الحركة. وتعرف العوامل الثلاثة الأولى باسم العوامل الاستاتيكية، بينما نطلق اسم العوامل الدينامية على العاملين الأخيرين. ويعتبر المجموع الجبرى للثلاثة الأولى، الجاذبية، والضغط الجوى، والقوة المؤثرة على أنه الضغط الاستاتيكي الذى نحصل عليه عند أى نقطة فى

السائل عند زمن معين، ويؤثر الضغط الاستاتيكي بالإضافة إلى أي عوامل ديناميكية قد تؤثر على السائل على نفس النقطة وفي نفس الزمن.

وقد سبق توضيح قانون باسكال على أن الضغط الناشئ في سائل يؤثر بنفس قيمته في كافة الاتجاهات ومتعامداً على اسطح الإناء الذي يحتويه، وينطبق هذا القانون على السوائل الموجودة في حالة سكون أو غير متحركة عملياً وهي صحيحة بالنسبة للعوامل التي تحدد الضغط الاستاتيكي، ومن الواضح أنه عندما تصبح السرعة أحد العوامل المؤثرة فلا بد أن يكون لها اتجاه وتكون القوة المسببة للسرعة لها اتجاه أيضاً، أما الاحتكاك بأننا ذكرنا فيما سبق تجاهله وعندئذ فإن قانون باسكال وحده لا يمكن تطبيقه على العوامل الدينامية لتدفق السائل .

٨-٦-٢ العلاقة بين العوامل الاستاتيكية والدينامية :

ترتبط العوامل الدينامية للقصور والاحتكاك بالعوامل الاستاتيكية في مضمون واحد، فأننا نحسب علو (رأس) السرعة وعلو (رأس) الاحتكاك بنفس قياس العلو (الرأس)، أي أنه يمكننا تحويل علو (رأس) السرعة إلى علو استاتيكي (ضغط)، وكما هو معروف كي يبدأ السائل في حركته لابد له من قوة تحركه إذا كان في حالة سكون وهذه القوة هي الناشئة عن الضغط الاستاتيكي، أو بمعنى آخر حينما نود أن يكتسب السائل سرعة فلا بد أن نستخدم جزءاً من علوه (رأسه) الاستاتيكي الأصلي لتحقيق هذه السرعة التي تتحول حينئذ إلى علو (رأس) سرعة.

٩-٦-٢ تقليل الاحتكاك :

تصمم المعدات الهيدرولية بحيث يكون الاحتكاك في أقل قيمة ممكنة ويكون حجم وسرعة التدفق موضوعاً تحت دراسة دقيقة، ويتم اختيار السائل المناسب للأسطح التي يتحرك بداخلها أو اختيار الأسطح لتناسب السائل المضغوط، وتستخدم مواسير ناعمة ونظيفة بأحسن المقاييس للظروف المحددة ويتم مدها إن أمكن في أقصر طريق مباشر، مع تجنب الانحناءات الحادة والتغيير المفاجئ في المساحة المقطعية، ويتم تصميم

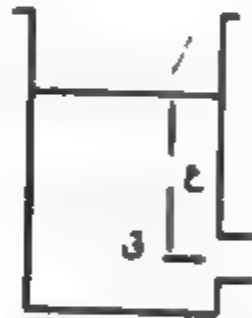
المحابس والصمامات وغيرها من التجهيزات بحيث لا تعترض التدفق إلا بأقل قدر، وتمنح عناية خاصة لأحجام وأشكال الفتحات، ويتم تصميم الدورة بحيث يمكن الاحتفاظ بها نظيفة من الداخل، وبحيث يمكن اكتشاف أى اختلافات فى أدائها عن التشغيل المعتاد والعمل على إصلاحه .

ويعرف العلو (الرأسى) المكافئ للطاقة التى يستهلكها السائل فى الحركة بين جزئياته وبين السطح للتأخم لها (المحتك بها) باسم علو (رأس) الاحتكاك ويختلف مقداره باختلاف السوائل وباختلاف نوع السطح المختك به أو التجهيزات التى تعترض تدفق السائل .

٢ = ٧ قياس عوامل التدفق :

لسهولة مناقشة قياس عوامل التدفق، ولإمكان المقارنة بينها فسوف نستخدم وحدات العلو (الرأسى) بالمتري حتى توضح مختلف الفروق على الأشكال المرسومة .

٢ = ٧ = ١ قياس علو (رأسى) الداخل :



شكل ٢ . ٥ : الضغط القياسى من ارتفاع عمود السائل فوق النقطة ق

يقاس ارتفاع الداخل الناشئ عن التثاقل (الجاذبية) بالمسافة الرأسية (ع) وهى عبارة عن البعد الرأسى بين سطح السائل والنقطة المراد قياس الضغط عندها، كما يتضح من الشكل (٢ - ٥) عند النقطة (ق) ويحدد ارتفاع الداخل طاقة الجهد الكلية المتاحة للاستخدام فى الدورة الهيدروليكية، ويتم قياسها بمقارنة الارتفاعات بين منسوب أى نقطتين فى الدورة .

٢-٧-٢ قياس علو (رأسى) الضغط الاستاتيكي :

يتضح من الشكل (٦-٢) أن الضغط (القياسى) (أ) يساوى الصفر طالما أن السائل ساكن وعلى وشك أن يملأ الأنبوبة .

فإذا كان مستوى السائل مائلا كما يتضح من الشكل (٧-٢) فسوف يصبح الضغط عند (أ) هو علو (رأسى) عمود السائل عند هذه النقطة بغض النظر عن شكل وحجم وميل الأنبوبة، وهكذا يكون الضغط عند (ب) هو نفس الضغط عند (أ)، فإذا تحقق السائل فسوف يمكن قياس علو (رأسى) الضغط الاستاتيكي باستخدام فتحة أنبوبة متعامدة على اتجاه تدفق السائل .



شكل ٦-٢ : قياس الضغط عند (أ)

٢-٧-٢ قياس علو (رأسى) السرعة :

وهو العلو (الرأسى) المناظر لتحرك السائل بسرعة معينة، ويكافئ العلو (الرأسى) الذى كان ينبغي أن يسقط منه الماء ليحقق نفس السرعة التى يتدفق بها، أو بعبارة أخرى هو العلو (الرأسى) الضرورى لدفع الماء ويمكننا حساب سرعة التدفق من المعادلة :

$$ع = \frac{ك}{س} \text{ حيث}$$

$$ع = \text{السرعة متر/ثانية}$$

$$ك = \text{كمية التصريف متر مكعب/ثانية}$$

$$س = \text{مساحة المقطع الداخلى للماسورة متر مربع}$$

فمثلا اذا كانت كمية التصريف عند نقطة محددة هي ٣٦٠٠ متر مكعب فى الساعة (١م٢/ث) وكان مساحة مقطع الماسورة ٢م،٤٠٠ فتكون السرعة :

$$ع = \frac{١}{٠.٤} = ٢.٥٠ م/ث$$

فاذا عرفنا السرعة فيمكننا حساب العلو (الرأسى) الناظر من المعادلة :

$$و = \frac{٢ع}{٢ج}$$

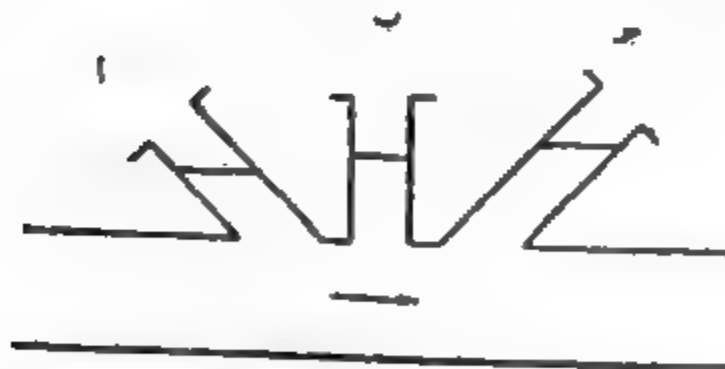
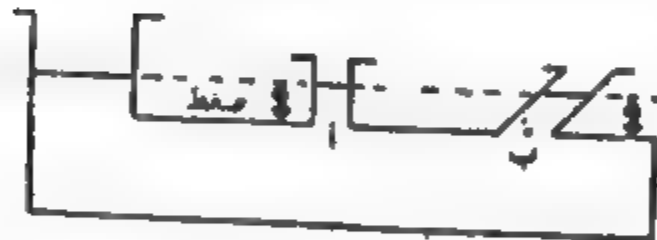
حيث و = العلو (الرأسى) / متر

ع = السرعة بالمتر/الثانية

ج = عجلة الجاذبية الأرضية وتساوى ٩.٨١ م، ث٢

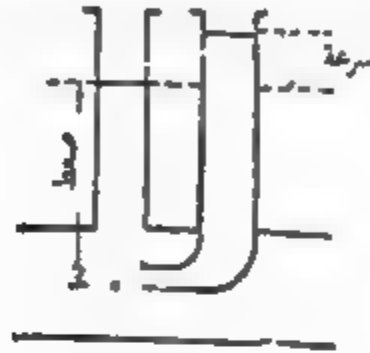
وفى الحالة السابقة يكون علو (رأسى) السرعة هو :

$$و = \frac{٢.٥ \times ٢.٥}{٩.٨١ \times ٢} = ٠.٢١٠ م$$



شكل ٢ : زيادة علو (رأسى) السرعة فى اتجاه التدفق

وسوف يتضح من الشكل (٧-٢) أنه إذا كان ميل الأنبوية في اتجاه التدفق فسوف يزيد مستوى الضغط (العلو) في الأنبوية، بينما يقل الضغط (العلو) إذا مالت الأنبوية في عكس اتجاه التدفق، وتنفشاً زيادة العلو (الرأسى) بسبب زيادة السرعة التي تؤثر في اتجاه التدفق فنجد أن الضغط يزداد عند الأنبوية (ج) ويقل في الأنبوية (أ) .



شكل ٧-٢ : أنبوية قياس علو (رأسى) السرعة

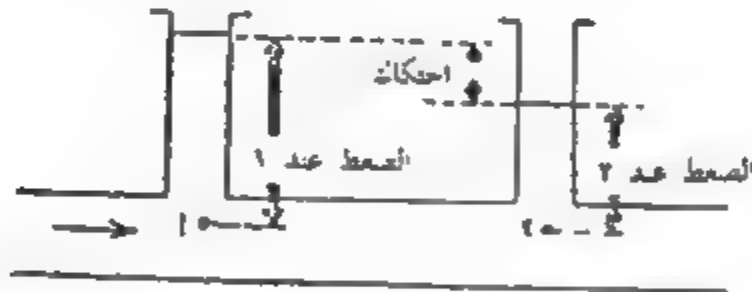
ونقيس علو السرعة مباشرة عند أية نقطة بوضع أنبوية قياس الضغط عند النقطة المطلوبة، وهي عبارة عن أنبوية صغيرة مفتوحة من نهايتها وعلى شكل حرف (L) وتوضع فتحة الأنبوية مباشرة في خط التدفق حتى يدخل السائل فيها، ويظهر علو (رأسى) السرعة بالإضافة إلى علو (رأسى) الضغط الاستاتيكي، وينبغي طرحه للحصول على علو (رأسى) السرعة، ويتم قياس الضغط الاستاتيكي بواسطة أنبوية عادية متصلة عمودياً على اتجاه التدفق .

٧-٢-٤ قياس علو (رأسى) الاحتكاك :

إذا تم قياس علو (رأسى) الضغط الاستاتيكي عند نقطتين تكون سرعة السائل عندهما ثابتة، فسوف يكون علو (رأسى) الاحتكاك هو الفرق بين قيمة علو (رأسى) الضغط الاستاتيكي عند النقطتين، وتكون القيمة الصغرى في اتجاه التدفق .

٢-٥-٥ الطول المكافئ للتجهيزات :

تعتمد المقاومة الاحتكاكية في المواسير على طول الخط أى أنه كلما ازداد طول خط المواسير زادت المقاومة الاحتكاكية أى العلو (الرأسى) المفقود بسبب الاحتكاك، كذلك تعتبر التكويعات وغيرها من التجهيزات الموجودة فى الخطوط من انحناءات أو وصلات متفرعة أو محابس.. الخ مواضع فقد احتكاكى كبير، وحتى يسهل حساب الفقد الإجمالى نتيجة الاحتكاك، فأننا نستخدم فكرة «الطول المكافئ» لكل من هذه التجهيزات بالنسبة لما تبذله من مقاومة بالقياس لطول محدد من المواسير، فنجد مثلا أن المقاومة الاحتكاكية لمحبس قطر ٢٥ سم يكافئ مقاومة ماسورة قطرها ٢٥ سم بطول ٨٨ متر، وكذلك تكون وصلة التفريضة (T) مكافئة لطول ١٧ متر من ماسورة مستقيمة، وبهذه الطريقة يمكننا حساب الطول المكافئ الإجمالى لخطوط المواسير وتجهيزاتها وهو مجموع مقاومة المواسير المستقيمة مضافا إليها مقاومة الطول المكافئ لمختلف التجهيزات وبذلك يمكننا حساب مقاومة خطوط المواسير عند مختلف معدلات التدفق والزوجات .



شكل ٢ - ٩ : الفقد فى العلو (الرأسى) الناشئ عن الاحتكاك

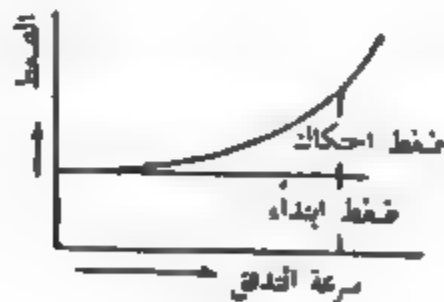
٢-٦-٢ المقاومة فى خطوط الطرد :

لما كانت خشونة المواسير وطولها ولزوجة السائل ثابتة فى خطوط الطرد، فسوف تصبح سرعة التدفق هى العامل المتغير الوحيد، ونستطيع أن نحصل من الجداول الخاصة على مقاومة المواسير كنسبة من الطول

لكافة سرعات التدفق ومختلف اللزوجات، ويمكننا حينئذ أن نرسم شكلاً بيانياً يمثل العلاقة بين المقاومة العلو (الرأسي) المفقود بالاحتكاك والسرعة أو معدل التدفق كما هو مبين في الشكل (٢-١١)، وفيبدأنا على هذا الشكل في التنبؤ عن معدل التدفق اللازم للضخ في ظروف معينة. ويوضح الشكل (٢-١٠) طريقة تغيير العلو (الرأسي) خلال خطوط المواسير، وربما يشرح لنا طريقة استخدام طاقة المضخة في نقل السائل.



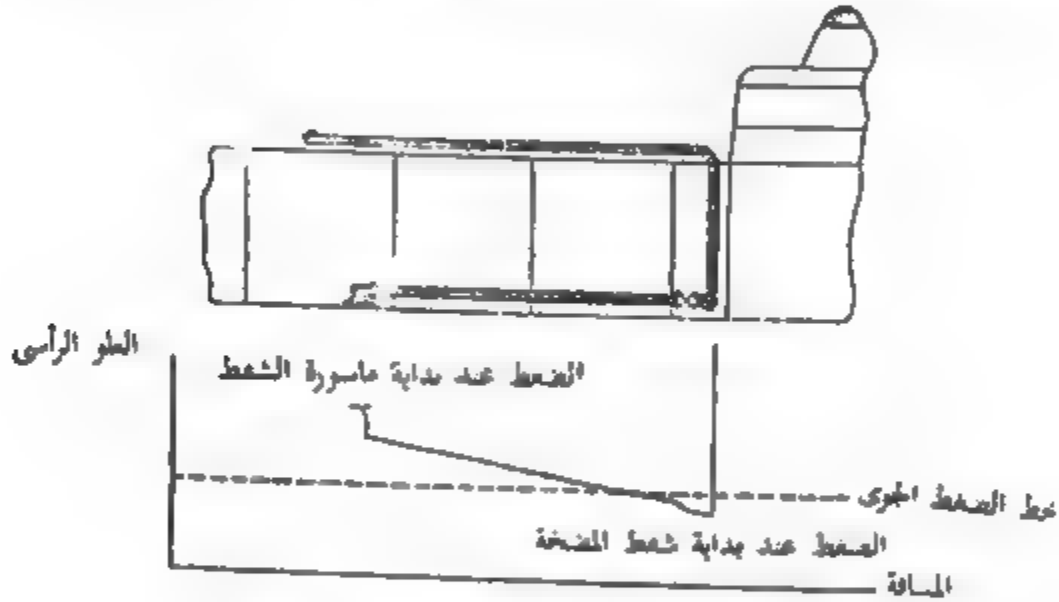
شكل ٢ . ١٠ : الفقد الناشئ في العلو (الرأسي) خلال طول خط المواسير



شكل ٢ . ١١ : العلاقة بين العلو (الضغط) المناظر للاحتكاك وسرعة التدفق

٢-٢-٧ المقاومة في خطوط الشفط (السحب) :

يهمنا دائما أن نقلل الفقد في علو (رأسى) الاحتكاك في خطوط الشفط إلى أقل مستوى ممكن، إذ أن كل ما لدينا من علو (رأسى) لينفع السائل إلى شفط المضخة هو ارتفاع السائل في الخزان وما يعلوه من الضغط الجوى، ويوضح لنا الشكل (٢-١٢) تغيير الضغط لى العلو (الرأسى) في خطوط الشفط (السحب) للمضخة، ويراعى أنه إذا كان الفقد في علو (رأسى) الشفط كبيرا، فربما يؤدي ذلك إلى انخفاضه عن مستوى الضغط الجوى وما يصحبه من ضياع لكفاءة المضخة، وربما به غليان السائل المدفوع بداخلها وانقطاع التصريف كلية .



شكل ٢ - ١٢ : انخفاض الضغط (العلو) في مواسير الشفط

٢ - ٨ المصطلحات الفنية في توصيف (تصميم) المضخات :

لابد أن نحدد المتطلبات اللازمة من المضخة بطريقة لا يحدث معها سوء فهم بين المشتري والمورد ، ومن المهم لذلك أن نستخدم المصطلحات المتعارف عليها والوحدة فنيا في صناعة المضخات، لذلك يلزمنا توضيحا للتعبيرات المختلفة المستخدمة، كما يساعدنا ذلك في تبسيط أى مناقشة عن مشاكل المضخات والتمييز بينها .

هى تعبير عن كمية الماء (أو أى سائل) يتم تصريفه فى فترة محددة من الزمن، وتستخدم الوحدات العالمية المتر المكعب فى الثانية للتعبير عن السعة كما يحرر أن يتم تحديدها عمليا بالسر فى الدقيقة أو الجالونات فى الدقيقة (بالوحدات الأمريكية) ونجد فى تذييل الكتاب جداول التحويل من الوحدات العالمية للوحدات الأمريكية .

٢٨٨ = ٢ العلو (الرأسى) :

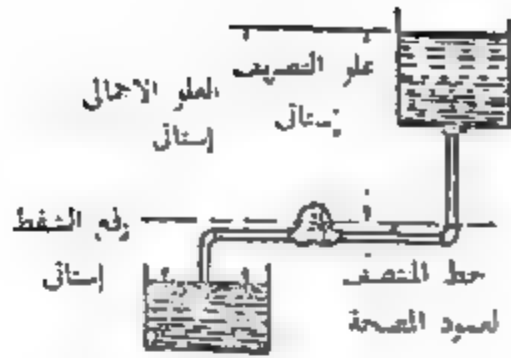
تتوقف القدرة اللازمة لتدوير مضخة على سعتها بالإضافة إلى العلو (الرأسى) التى ينبغى للمضخة أن تعمل لبلوغه، وقد يؤدى الخطأ فى تحديد العلو (الرأسى) الى الحصول على مضخة غير مناسبة فى خصائصها للتطبيق المطلوب، ويلاحظ أن العلو (الرأسى) الاجمالى الذى تحققه المضخة يتضمن عدة مكونات وهو يشكل ظروف الشفط (السحب) والتصريف (الطرد)، ويبين شكل (٢-١٣) عدة انشاءات تقليدية لمكونات العلو (الرأسى) الكلى أو الاجمالى .

١ . علو (رأسى) الشفط الاستاتى :

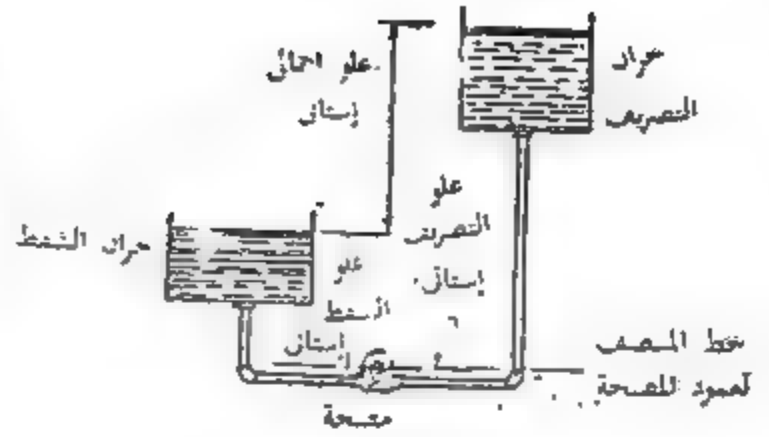
ويعرف أيضا بالعلو (الرأسى) فوق الشفط (السحب)، ويحدث عندما يقع مورد التغذية فوق خط مركز المضخة (الاشكال ٢-١٣، أ، ب، ج) ويتكون من المسافة الرأسية بين خط مركز المضخة وبين السطح الحر للسائل فى خزان التغذية (الشفط) .

٢ . رفع الشفط الاستاتى :

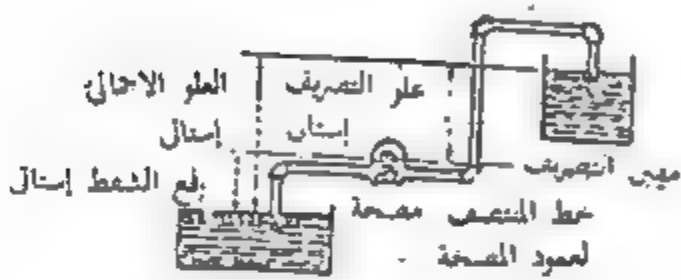
ويعرف أيضا بعلو الشفط السالب الاستاتى، ويكون هناك رفع شفط استاتى عندما يكون مورد التغذية (الشفط) تحت خط مركز المضخة (الاشكال ٢-١٣، د، هـ، و)، ويتكون من المسافة الرأسية بين السطح الحر للسائل فى مورد التغذية وبين خط مركز المضخة .



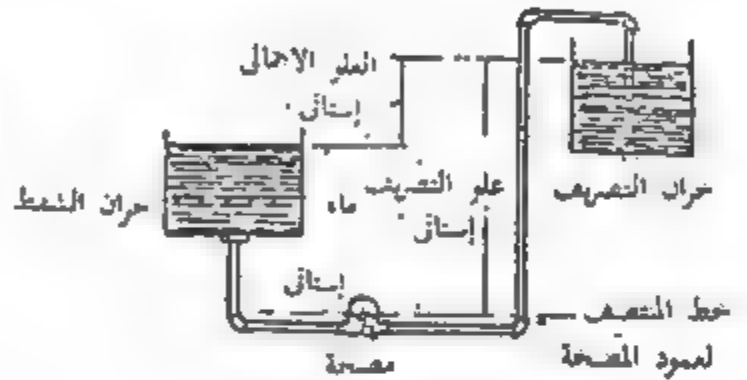
(د)



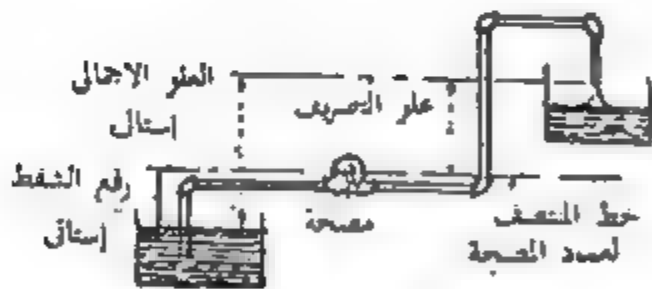
(أ)



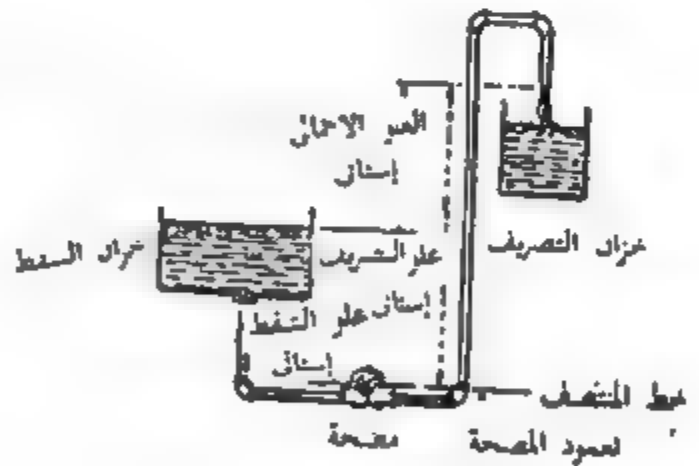
(ج)



(ب)



(ز)



(ح)

شكل ٢ - ١٣ : المصطلحات الهيدروليكية في اختبار تصميم المضخات

٣ - علو (رأسى) التصريف الاستاتى :

ويتكون من المسافة الرأسية بين خط مركز المضخة وبين السطح الحر للسائل فى خزان التصريف (الاشكال ا، ب، د، هـ) أو إلى نقطة التصريف الحر (شكل جـ ، و) .

٤ - العلو (الرأسى) الاجمالى الاستاتى :

ويتكون من المسافة الرأسية بين سطح مورد التغذية (الشفط) ، وبين السطح الحر للسائل فى خزان التصريف (شكل ا، د، هـ) أو إلى نقطة التصريف الحر عند ماسورة التصريف (شكل جـ ، و) . وعندما يكون مورد التغذية (الشفط) له سطح كبير مثلما هو الحال فى بحيرة أو نهر مثلا يكون مستوى سطح الشفط عمليا متساويا عند بدء المضخة وعند وقوفها ، أما فى حالة الصهاريج العميقة فسوف يتغير مستوى سطح السائل والمنسوب عند نهاية التشغيل عما كان عليه قبل بدء التشغيل، لذلك ينبغى أن تكون المضخة مصممة بحيث تشفط الماء حتى عندما ينخفض منسوبه إلى أقل مدى ممكن .

وقد تعمل المضخة أيضا ضد علو (رأسى) تصريف استاتى متغير، ويحدث ذلك فى الحالة التى تدخل ماسورة التصريف إلى قاع الخزان (شكل ا د) ، فإذا زاد ارتفاع الماء فى صهريج التصريف ١,٤ متر مثلا فسوف يتغير العلو (الرأسى) الاستاتى بنفس الكمية . لذلك يراعى عند حساب العلو (الرأسى) الاجمالى الاستاتى على المضخة أن يتم تقديره حتى أعلى مستوى منتظر للماء فى الصهريج .

• • رفع الشفط الدينامى :

ويعرف أيضا بعلو الشفط الدينامى السالب وهو مجموع رفع الشفط الاستاتى مضافا إليه الخسائر اللازمة للتغلب على الاحتكاك فى خط الشفط وكذلك خسائر التدوير فى حركة السائل . وربما يكون لأحد

المضخات علو (رأسى) شفط استاتى وهى واقفة ، (وهى الحالة التى يكون فيها مورد التغذية أعلى من المضخة) ، ولكننا اذا طرحنا منه مجموع خسائر الاحتكاك والتدويم ، وكانت أكثر من علو الشفط الاستاتى فسوف يكون للمضخة فى حالة تشغيلها رفع شفط دينامى ، ويكون مقداره حينئذ هو مجموع تلك الخسائر مطروحا منها قيمة علو (رأسى) الشفط الاستاتى ، وعلى ذلك فقد يكون لمضخة علو (رأسى) شفط استاتى عندما تقف (أو تعمل بحمل جزئى) ثم يكون لها رفع شفط دينامى عندما تعمل بالسعة المقننة لها بالكامل . فمثلا اذا كان علو الشفط الاستاتى للمضخة هو ١,٥ متر ثم كانت الخسائر فى خط الشفط عند التشغيل تكافئ علو (رأسى) مترين فسوف يكون رفع الشفط الدينامى للمضخة مساويا نصف متر .

٦ - علو (رأسى) الشفط الدينامى :

ويعرف أيضا بالعلو (الرأسى) فوق الشفط وهى الحالة التى يكون فيها مورد التغذية للمضخة أعلى من خط مركز المضخة (الاشكال د ، هـ ، و) ويتكون من المسافة الرأسية بين سطح مورد التغذية وخط مركز المضخة مطروحا منه العلو (الرأسى) المكافئ لخسائر الاحتكاك والتدويم (ولكن لا يطرح منه الخسائر الداخلية للمضخة) وذلك فى حالة تشغيل المضخة عند السرعة والسعة المقننة .

ويتحقق علو (رأسى) الشفط الدينامى عندما يكون مجموع رأسى التدويم وعلو (رأسى) خسائر الاحتكاك جميعها أقل من المسافة الرأسية بين خط مركز المضخة والسطح الحر لمورد التغذية كما سبق توضيحه .

٧ - علو (رأسى) التصريف الدينامى :

وهو يتضمن علو التصريف الاستاتى مضافا اليه العلو (الرأسى) الضرورى للتغلب على الاحتكاك فى خط التصريف ، وعلو (رأسى) السرعة ، وخسائر الخروج .

٨ - العلو (الرأسى) الاجمالى الدينامى :

وهو يتكون من مجموع رفع الشفط الدينامى ، وعلو (رأسى) التصريف الدينامى (فى حالة انخفاض مورد التغذية عن خط منتصف المضخة) أو فرق بين علو (رأسى) التصريف الدينامى وعلو (رأسى) الشفط الدينامى (فى حالة ارتفاع مورد التغذية عن خط منتصف المضخة) .

الباب الثالث

المضخات الترددية

نستعرض في هذا الباب خصائص المضخات الترددية بالنسبة لتدفق السوائل منها ، كما نشرح كافة التركيبات الملحقة بالمضخة الترددية مثل اسطوانات الهواء وموائعات الضغط .

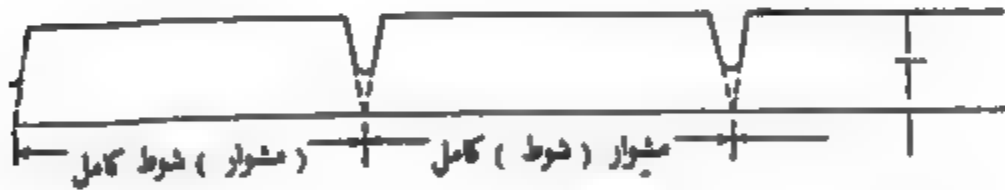
وبين مختلف الصيغيات المستخدمة على خطوط الشفط والطررد للمضخة .

وأخيراً نستعرض أسلوب تتبع الخلل والأعطال وطريقة علاجها .

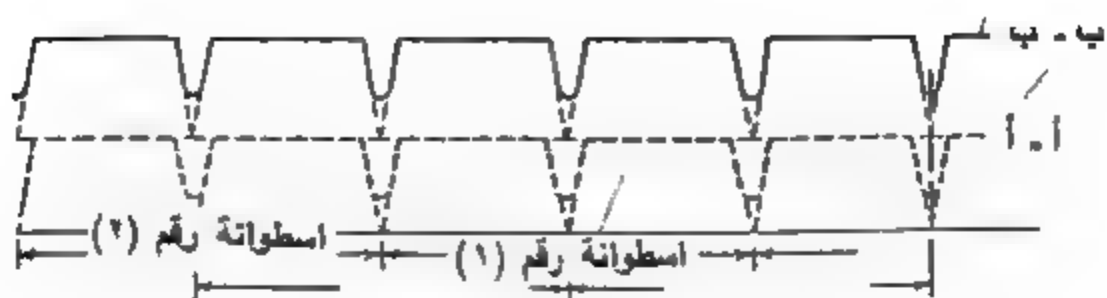
١٣-١ خصائص التدفق المضخات الترددية :

يراعى أن تدفق المضخات الترددية يكون دفعيا (نبضيا) بعكس تدفق المضخات المركزية الذى يكون انسابيا، ويعتمد شكل تلك النبضات على طراز المضخة، وما إذا كانت مزودة بغرفة هوائية أو لا، ويكون منحني التصريف لمضخة بخارية أحادية مباشرة الأداء معائلا بالتقريب كما فى شكل (١-٣). وعندما يصل الكباس نهاية شوطه فسوف ينعكس وينسارع بعجلة إلى سرعة يكون عندها ضغط الماء على كباس المضخة مساويا للضغط الكلى على كباس البخار ويظل فى تلك السرعة حتى قرب نهاية الشوط عندما يفلق صمام البخار ويتوقف الكباس .

فإذا لم يكن هناك غرفة هواء على خط التصريف ، فسوف لا يكون هناك تصريف للمضخة (نظريا) عند نهاية كل شوط، ولكن وجود غرفة الهواء على التصريف سوف يمنع هبوط التصريف الى الصفر كما تبينه المنحنيات بين أشكال التصريف .



شكل ١.٣ : خصائص التدفق لمضخة مفردة (أحادية) مباشرة الأداء



شكل ٢.٣ : خصائص التدفق لمضخة ثنائية مباشرة الأداء

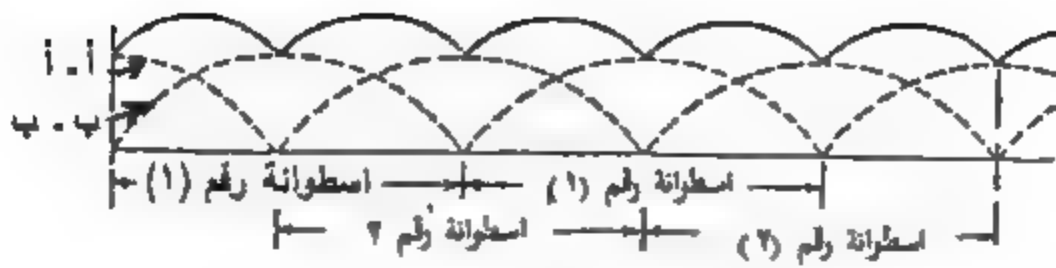
وعندما يكون لدينا مضخة مزدوجة مباشرة الأداء فإن تصريف أحد الاسطوانتين يقع في منتصف شوط الاسطوانة الثانية كما في شكل (٢-٣).

وفي هذا الشكل اذا كانت (أ) ، (ب) تمثل التصريف من إحدى الاسطوانتين فإن (ب) ، (ب) تمثل التصريف من الاسطوانة الأخرى ، ويتجمع التصريفان ليعطيانا شكل التصريف في منحنى المضخة المفردة، ولكن تلك النقاط المنخفضة لا تقل أبدا عن التصريف الأقصى للطراز الاحادي.



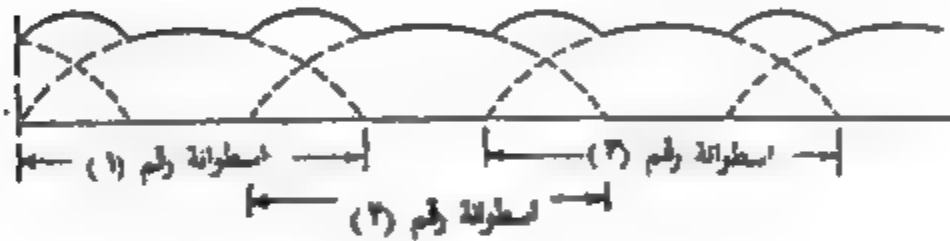
شكل ٣.٣ : خصائص التدفق لمضخة أحادية (فردية) مزدوجة الأداء

أم التصريف من المضخة التي تدار بالقدرة فإنه يأخذ شكل منحنى، إذ أن كبسها أو دافعتها تدار بالمرفق (شكل ٣-٢) ، وتبين هذه المنحنيات مقدار التصريف من مضخة فردية (أحادية) مزدوجة الأداء أو مضخة ثنائية مفردة الأداء .



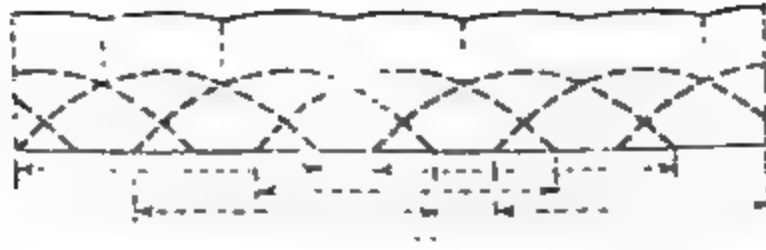
شكل ٤.٣ : خصائص التدفق لمضخة ثنائية مزدوجة الاداء

أما المنحنيات في شكل (٤-٣) فهي لمضخة ثنائية مزدوجة الاداء والمنحنى (١) ، (١) للأسطوانة الأولى بينما (ب) ، (ب) للأسطوانة الثانية. ويعطينا الخط الكامل التصريف المزدوج للثنتين ، والذي يمثل التدفق في ماسورة التصريف .



شكل ٥.٣ : خصائص التدفق لمضخة ثلاثية مفردة الاداء

ويبين المنحنى في شكل (٥ - ٣) مضخة ثلاثية مفردة الاداء تدار بمحرك قسرة ولها نفس ابعاد اسطوانة المضخة المزدوجة الاداء شكل (٣-٣) ، وبالرغم من أن المضخة الثلاثية تؤدي ٧٥٪ فقط من اشواط التشغيل بالنسبة للمضخة الثنائية مزدوجة الاداء فان منحنى تصريفها أكثر انتظاماً (ثبوتاً) من تصريف المضخة الثنائية ولعل ذلك يرجع إلى العلاقة بين تصريف مختلف الكباسات .

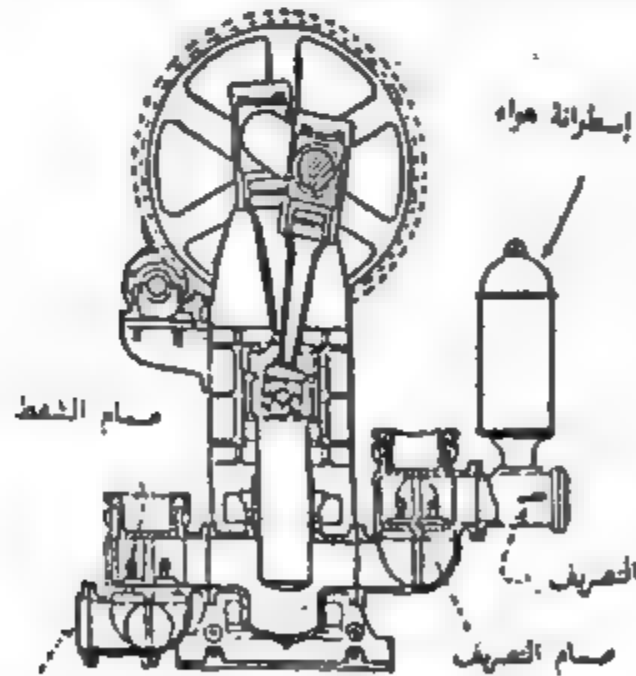


شكل ٦.٢ : خصائص التدفق لمضخة رباعية مفردة الاداء

ويبين شكل (٦-٣) منحنى استصريف لمضخة رباعية ويراعى أنه أكثر انتظاماً (ثباتاً) عما سبقها .

٢-٣ اسطوانة الهواء :

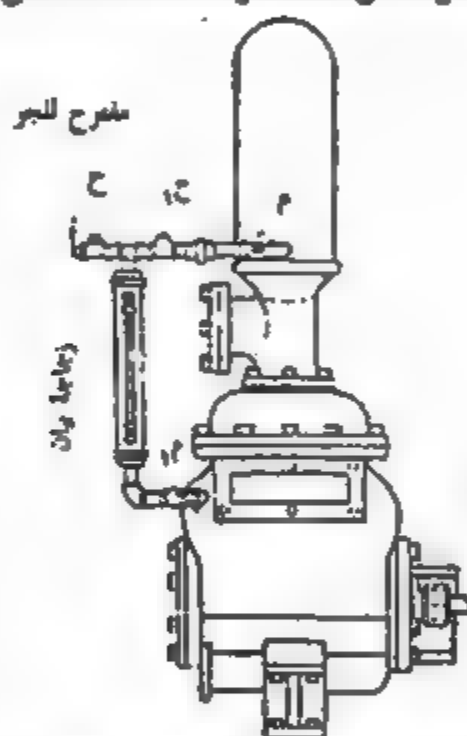
يتم تجهيز الكثير من المضخات الترددية باسطوانة (زجاجة) هواء على خط الطرد (شكل ٧-٢) وتكون وظيفتها سلاسة وانتظام انسياب التدفق وتهدئة التشغيل في المضخة، إذ أن الهواء في الاسطوانة يعمل كمضخة تمتص تذبذبات الضغط في خط الطرد، ويراعى أن الهواء في الاسطوانة ينضغط خلال عملية طرد المضخة وعندما يصل الكباس لنهاية شوطه ويتوقف الضخ، فإن هذا الهواء المضغوط يتمدد ليعمل على استمرار حركة الماء إلى أن يبدأ شوط الضخ الذي يليه .



شكل ٧.٣ : زجاجة (اسطوانة) الهواء على خطوط الطرد لمضخة ترددية

ويعتمد حجم أسطوانة الهواء على طراز المضخة وسرعتها وارتفاع ضغط الطرد ، ويزيد حجم الاسطوانة فى المضخة الاحادية عن الثنائية ، كما يزيد الحجم أيضا فى المضخة السريعة أو مرتفعة الضغط .

ويلاحظ أن الماء يعمل إلى امتصاص الهواء، ومعنى ذلك أنه مهما كانت اسطوانة الهواء محكمة من التنقيث، فلا بد أن يستهلك ما بها من الهواء لتمتلى بالماء تدريجيا، وسوف يزداد معدل فقد الهواء ، بزيادة ضغط الطرد، وتستخدم وسائل متعددة لاعادة شحن اسطوانة الهواء، ويعتبر المنفس من أهم الوسائل التلقائية لاعادة الشحن بالهواء .



شكل ٨٣ : منفس هواء مركب على مضخة ترددية لحفظ شحنة اسطوانة الهواء

٢=٢ منفس الهواء (فتحة خروج الهواء) :

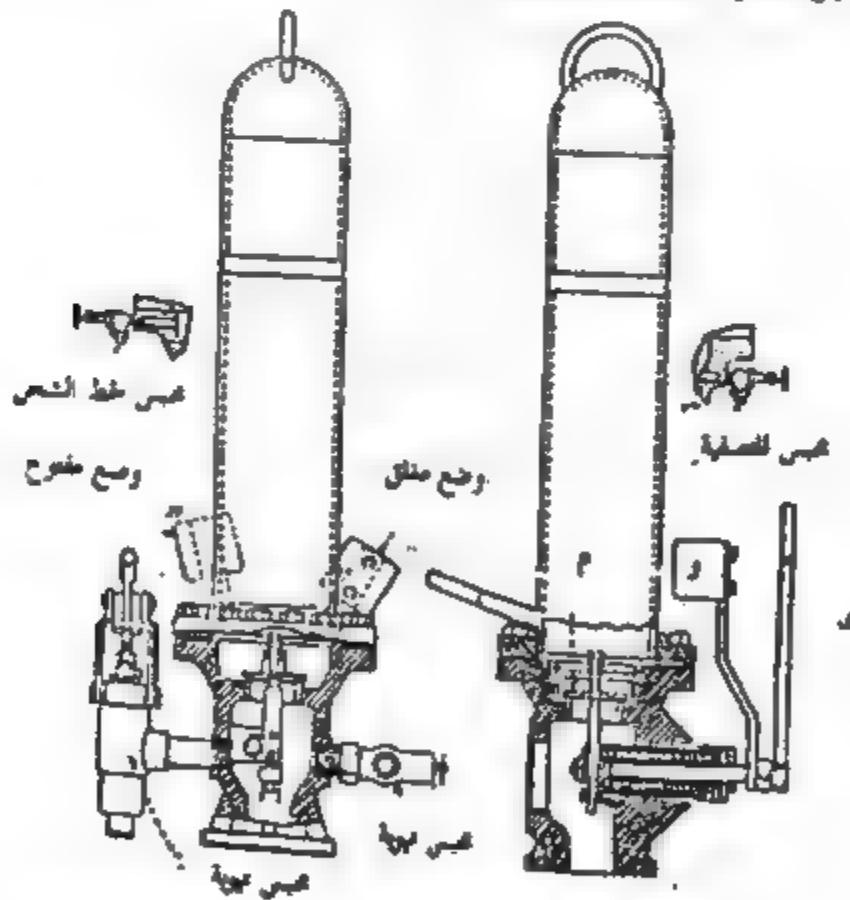
يبين شكل (٨٣) طريقة التركيب لمنفس الهواء، ونلاحظ أنه يتكون من أنبوية طولها من ٥ - ٨ سم حيث يتصل طرفها العلوى بقاعدة اسطوانة الهواء، ويتصل طرفها السفلى ما بين صمام الطرد والشفط، ويراعى وجود صمامين للمراجعة (ح_١) ، (ح) ومحبس كروى (م) على الخط الموصل بين انبوية المنفس وقاعدة اسطوانة الهواء اتجاه صمام

التوكيد (ح) بحيث يسمح بتدفق الهواء من اليد الى المنفس، أما الصمام (ح) فيسمح بتدفق للهواء من المنفس الى الاسطوانة .

ويتبقي ضبط الصمام الكروي (م) بحيث يظل بعض الماء في أنبوبة المنفس عند نهاية شوط الشفط ليعمل كباسا يدفع الهواء الى اسطوانة الهواء خلال شوط الطرد، وعندما يكون ضبط الصمام (م) سليما نجد الماء في أنبوبة البيان بطول الأنبوبة متوافقا مع شوطي الشفط والطرد للمضخة .

٩-٣ غرفة الاندفاع (الاندفاع) :

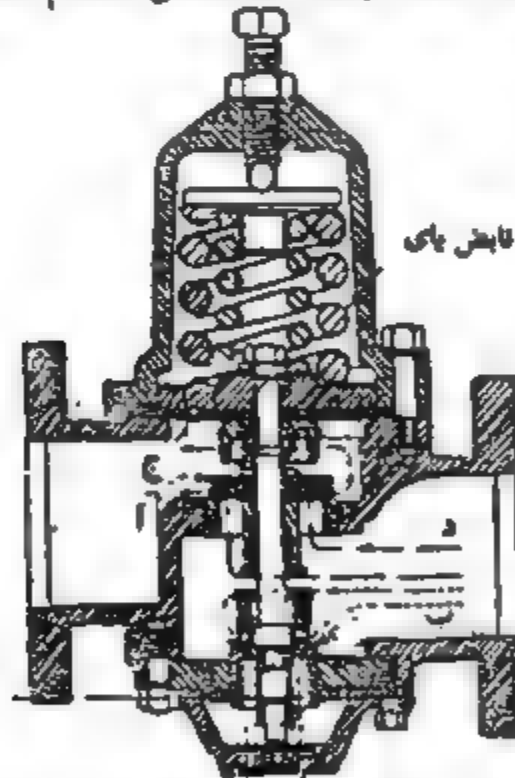
عندما لا تكفى اسطوانة الهواء لكي تمنحنا الوقاية اللازمة ضد الاندفاع المفاجئ (الاندفاع) في خط التصريف، فلا بد عندئذ من استخدام غرفة اندفاع (شكل ٩-٣)، وهذه الغرفة هي في الحقيقة غرفة هواء مكبرة ومزودة بوسائل لشحنها بالهواء المضغوط .



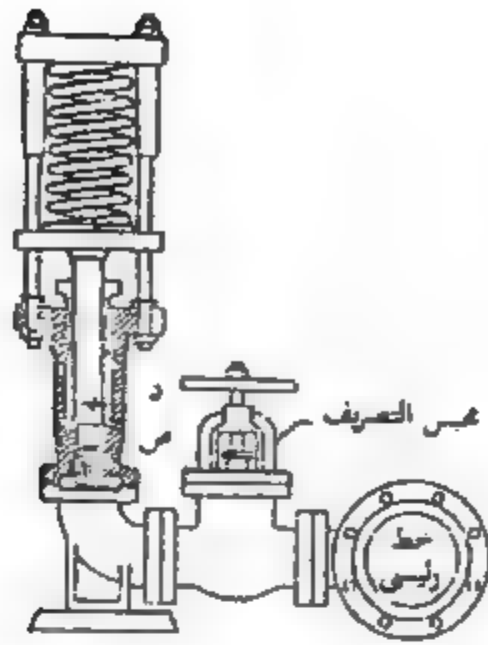
شكل ٩-٣ : غرفة اندفاع لمضخة ترددية تعمل للطنس

يبين شكل (٢-١٠) فكرة حاكم المياه، ويقوم الحاكم عمليا بالقاء الحمل عن المضخة عندما يغلق خط الطرد، وبالتالي يحفظ القدرة للتشغيل، وتبين الاسهم الكاملة مسار الماء في الحاكم عند التشغيل المعتاد أثناء ضخ الماء في خط الطرد بينما توضح لنا الاسهم المنقطعة مسار الماء عند قائها من المضخة لتخفيض (تهوية) الضغط .

ويكون الصمام (ب) مغلقا طالما كان ضغط الطرد عند الحدود الآمنة، ويكون التصريف خلال صمام التصريف (أ) ، فانما انسد خط الطرد أو كان مغلقا، فسوف يتسبب الضغط الزائد تحت الرق (س) في دفعه لأعلى متغلبا على ضغط النابضيين (اليايين) (ن) وينفتح صمام التهوية (ب)، وعندما يفتح خط الطرد، أو يزول ما يسبب انسداد، ينخفض الضغط تحت الرق (س) الذي يتحرك لأسفل فيغلق الصمام (ب)، ويعود التصريف ثانية من المضخة خلال صمام التصريف (أ) .



شكل ٢-١٠ : حاكم المياه والاسهم الكاملة تبين مسار الماء في التشغيل والخطوط المنقطعة تبين مسار الماء عند عمل الحاكم



شكل ١١.٣ : منظم الضغط (مختلف) للمضخات الترددية مرتفعة الضغط

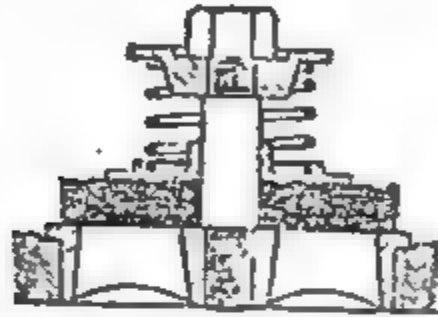
٣ - ٦ منظمات الضغط :

وتستخدم بشكل خاص لمضخات التشغيل الهيدرولي، والغرض منها أن تمنع تلف المضخة أو المواسير من انصدمات الناشئة عن التوقف المفاجئ للأجهزة الهيدرولي، وتخدم هذه الوسيلة ما ينشأ من صدمة بامتصاص الضغط الزائد خلال دافعة محملة بنابض (ياي)، ويكون الشد في النوابض (البيات) كافياً ليمنع حركة الدافعة خلال التشغيل المعتاد للمجموعة الهيدرولي.

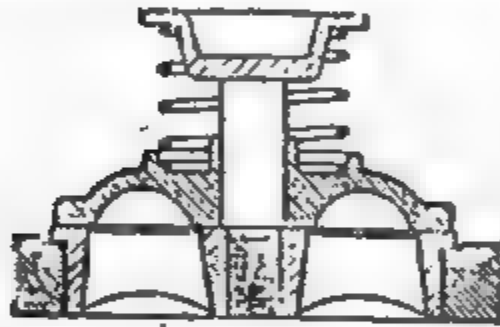
فإذا حدث ارتفاع غير معتاد للضغط لأي سبب، فسوف تتحرك الدافعة لأعلى بدرجة كافية لامتصاص الصدمة، ثم تعود تدريجياً إلى موضع تشغيلها المعتاد، ويزود منظم الضغط (شكل ١١-٣) بصمام توكيد (تتميم)، ويعمل هذا الصمام على منع الصدم أو الفشل للمنظمات عند سرعة عودة الدافعة ثانية إلى مقعدها، وقد يحدث ذلك إذا نقص الضغط في الخط فجأة لبدء صدمة ضغط مرتفع غير معدة، ونجد بقرب من صمام التوكيد عدداً من الخروم المثقوبة خلاله والتي تخنق عودة المياه من تحت الدافعة (د) إلى خط المواسير، وبالتالي تتحكم في الحركة السفلية للدافعة.

٢-٢ صمامات الشفط (السحب) والطرء :

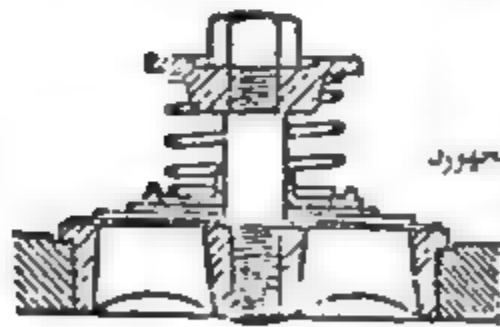
غالباً ما تتشابه صمامات الشفط (السحب) والطرء في المضخة الترددية ويبين لنا شكل (١٢-٣) بعض هذه الصمامات، ونجد أن قرص الصمام يكون أحياناً من المطاط الصناعي أو القبر أو النحاس الأحمر (البرونز)، وغالباً تكون قاعدة الصمام من النحاس الأحمر .



طرء محرى
صمام مطاط



صمام برونز

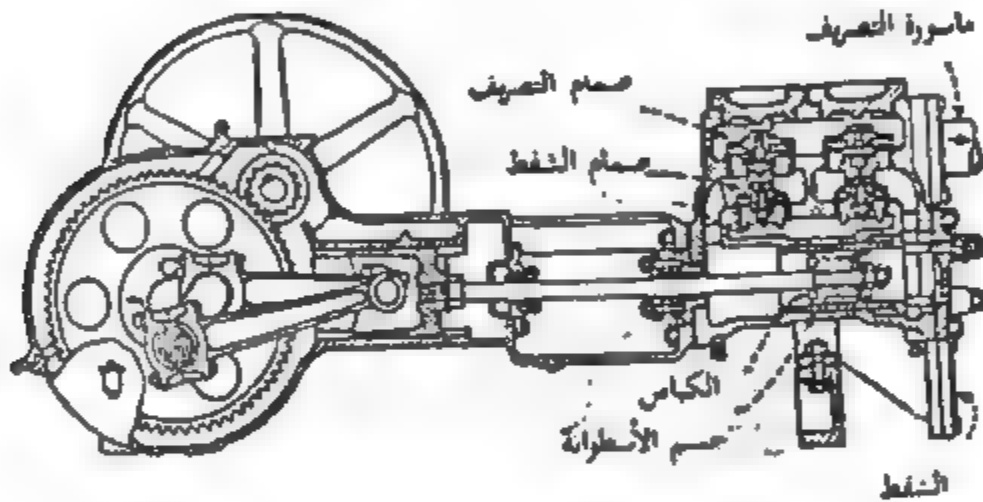


صمام كهرورد

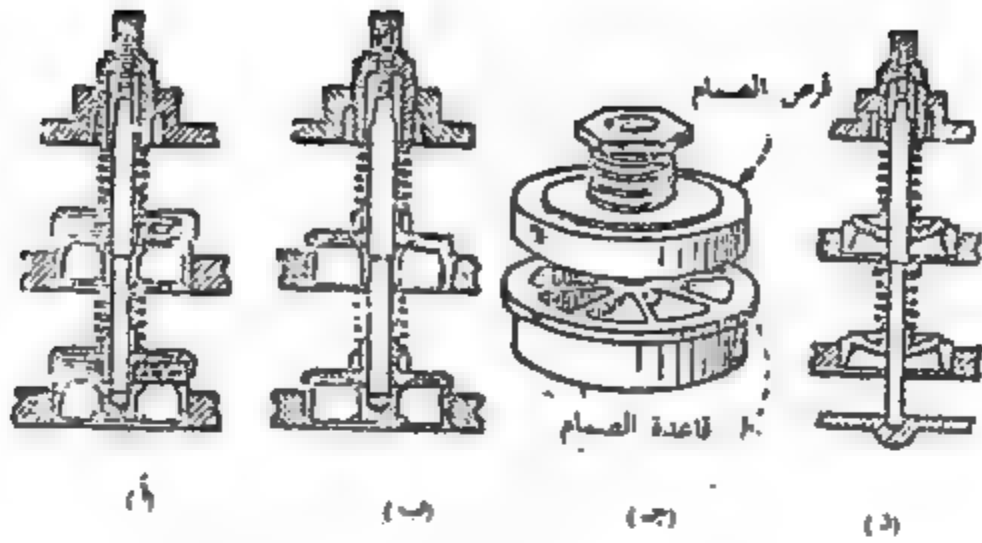
شكل ١٢-٣ : بعض أنواع الصمامات للمضخات الترددية

يستخدم الفولاذ (المصلب) المعامل حراريا لمقاومة الصدا في النوابض (اليايات) كما يستخدم الفولاذ أيضا لقواعد وأقراص الصمامات في المضخات الترددية، ذات الضغط العالي أو التي تعمل في درجات حرارة مرتفعة.

ونجد في بعض أنواع المضخات أن المساحة المخصصة لصمامات الشفط (السحب) أصغر من مساحات صمامات الطرد والتي يتم تركيب صمامات الطرد فيها في أعلى موقع في علبة الصمامات، ويكون أسفلها صمامات الشفط وذلك حتى يتسنى تركيب صمامات في موضعها بسهولة من خلال فتحة صمامات الطرد، ويتضح هذا النظام في شكل (١٣-٣).



شكل ١٣ - ٣ : بعض أنواع الصمامات للمضخات الترددية



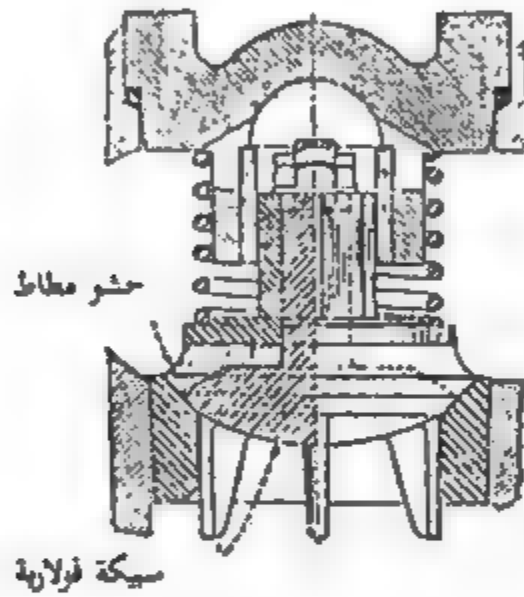
شكل ٣ - ١١ : ترتيبات الصمامات ومقاعدھا

وتصنع أقراص الصمامات من عدة أنواع منها إما أقراص من المطاط كما هو موضح في الشكل المبين في (أ) وذلك لأغراض ضخ الماء العذب البارد أو أقراص مصنعة من مركبات صناعية وتكون للمقاعد برونزية وذلك لأغراض ضخ الماء الساخن كما هو مبين في الشكل (ب) حيث تصنع أقراص الصمام من البرونز على مقعد برونز لدولة ماء تغذية الغلاية في درجات الحرارة المرتفعة أو لضخ السوائل الخفيفة التي يمكن أن تتفاعل مع المطاط .

ونتبين من شكل (سابق) كيف يتم ترتيب موضع مثل تلك الصمامات في المضخة ونجد أن لتلك الصمامات أضلع قطرية مثبتة في مقاعدها وذلك حتى تقوم بحمل قرص الصمام وليثبت بها الساق الدليل مثل المبينة في شكل جـ . وتستخدم صمامات طراز الجلة (شكل د) للموائع مرتفعة اللزوجة وتصنع بدون أضلاع التحميل حتى لا تعوق تدفق السائل .

٢ = ٨ صمامات المقعد المزدوج :

يبين لنا شكل (٢ - ١٥) صماما له قرص مزدوج المقعد ويستخدم غالبا في عمليات ضخ الاسمنت، ويتحقق الاحكام بازدياد من مقعدين أحدهما فولان (صلب) والآخر مطاط، ويراعى أن المقعد الفولاذي (الصلب) يتحمل تأثير صدمة الأغلاق كما انه يتحمل الحمل الموتر عليه نتيجة لضغط السائل بينما يكون تأثير المقعد المطاط هو الأحكام (حبك) المرن حيث يمنع انقطع أو خدش المقعد ونجد أن المطاط ناشف وطيع ومربوط بأحكام مع قرص الصمام .

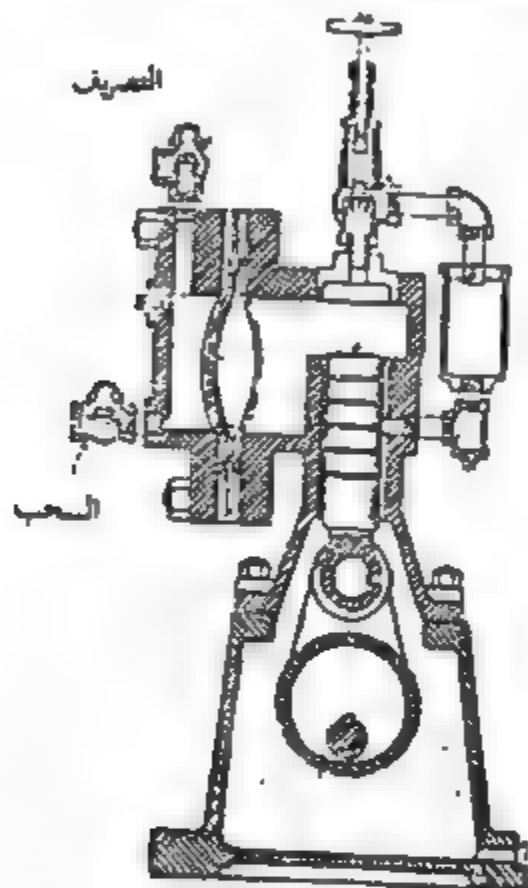


شكل ٢ . ١٥ : صمام له مقعد مزدوج وريش توجيه

٢ = ٩ الصمامات الكروية :

يبين الشكل (٣ - ١٦) صمامات من النوع الكروي وغالبا ما يستخدم هذا الطراز عند الرغبة في وجود فتحة حرة في خط الطرد كي تساعد على سرعة تدفق السوائل الثخينة (مرتفعة اللزوجة)، ويتم توجيه حركة هذه الكرات خلال فتحات مناسبة وذلك أثناء الرفع (الفتح) والغلق كما وأن هذه الكرات تستقر بعد عملية الغلق على مقاعد ذات فتحة دائرية

يجوز ادارتها بموتور مقرون مباشرة بالمضخة (عن طريق قارئة) أو بواسطة سيور أو تروس تخفيض سرعة، ويراعى فى هذه المضخة أن الرق من المطاط الصناعى ومربوط فى كباس وهى مزودة بصمامات شفت وتصريف كروية فى اتفاس مقلوطة على جسم المضخة وتدار باللامتركز (اكسنتريك) على عمود الدوران .



شكل ١٨٣ : مضخة الرق للضغط المرتفع

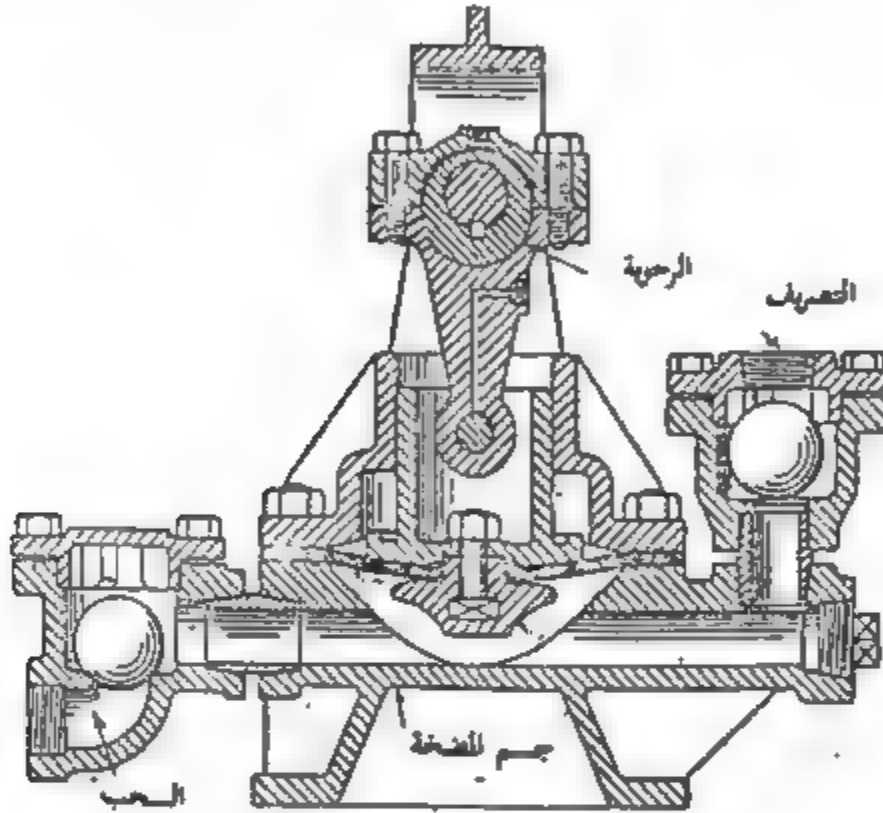
وتصلح لضغوط حتى ٢٠ بار (جوى)

١٩٣ : الرق للضغط المرتفع :

يبين شكل (١٨٣) مضخة رق للضغط المرتفع وهى، صالحة لضغوط حتى ٢٠ بار بمعدل تصريف اثنين ونصف لتر فى الدقيقة، ويراعى فى هذا الطراز سهولة تغيير الرق عند الرغبة فى ذلك اذا حدث أى شق (تشقق) أو تسرب فيه .

خاص ليقاوم التحات والصدا ودرجات الحرارة العالية (فى بعض الأحوال) ويسمح الرق بحركة الدافعة لأعلى ولأسفل وذلك بخاصية مرونة المطاط وبدون تحاك جسم بأخر .

وعندما تتحرك الدافعة لأعلى فأنها تخلق تفريغا من جانب الرق المواجه لصمام الشفط فيندفع منه السائل للمضخة .



شكل ١٧.٣ : مضخة رق (رداخ) بصمامات كروية

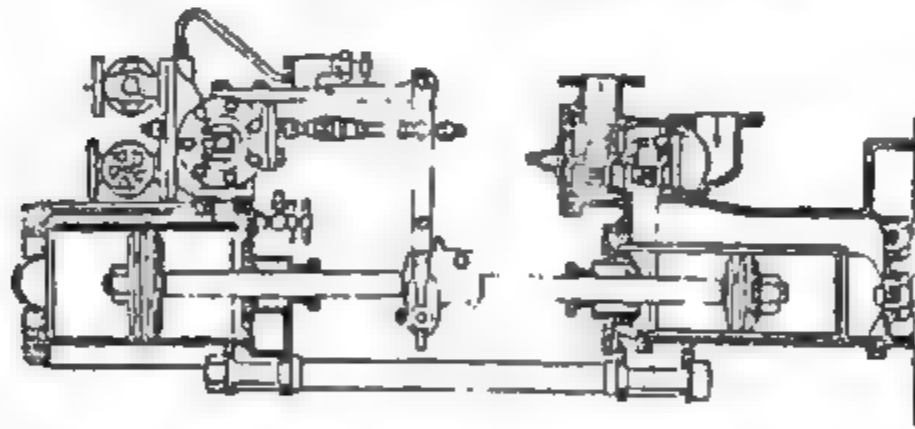
وعند حركة الدافعة لأسفل يطرد السائل خلال صمام التصريف، ويتم تحريك الدافعة بواسطة لا متمركز (اكسنترك) منضغط (قابل للضغط) على عمود مستقيم، بحيث يمكن تغيير طول المشوار من هوالى ١,٥ سم الى الحد الأقصى المرغوب .

وتعمل تلك المضخات بسرعات منخفضة نسبيا، وحدها الأقصى ٦٠ شوطا فى الدقيقة، وتصنع إما لحادية أو ثنائية أو ثلاثية أو رباعية، كما

التحكم التوافقي لصمامات الشفط :

تزود بعض المضخات متعددة الاسطوانات، بطرف السائل من الفولاذ المطروق و با تحكم توافقي لصمامات الشفط، ويسمح لنا هذا التحكم بالتشغيل المستمر للمضخة مع تغيير سعتها حسب الطلب للماء، وذلك بتنظيم عمل صمامات الشفط، وعندما يبلغ الحمل موضعا سابق تحديده في شوط الصاعد يعمل على تصيد آلية التحكم التوافقي ويرفع الحمل عن المضخة وذلك بأن يمنع صمامات الشفط من التقاعد، ويجرى تحقيق ذلك بترتيب بسيط لحدايات تدفع ساقا تحت كل صمام شفط بالتالى، ويتم هذا الفعل متوافقا مع حركة عمود المرفق ويجرى توقيته ليتم خلال شوط الشفط لكل من اسطوانات المضخة

وعلى ذلك ترفع سيقار الصمامات عندما تكون صمامات الشفط مفتوحة وبالتالي فلن تتعرض لآى افعال ويتم التحميل على المضخة تدريجيا ويجرى توقيته ليحدث عندما تكون كل نافعة (او كباس) في أعلى شوطه. وبذلك يتم توريعه خلال له كامله لعمود مرفق المضخة



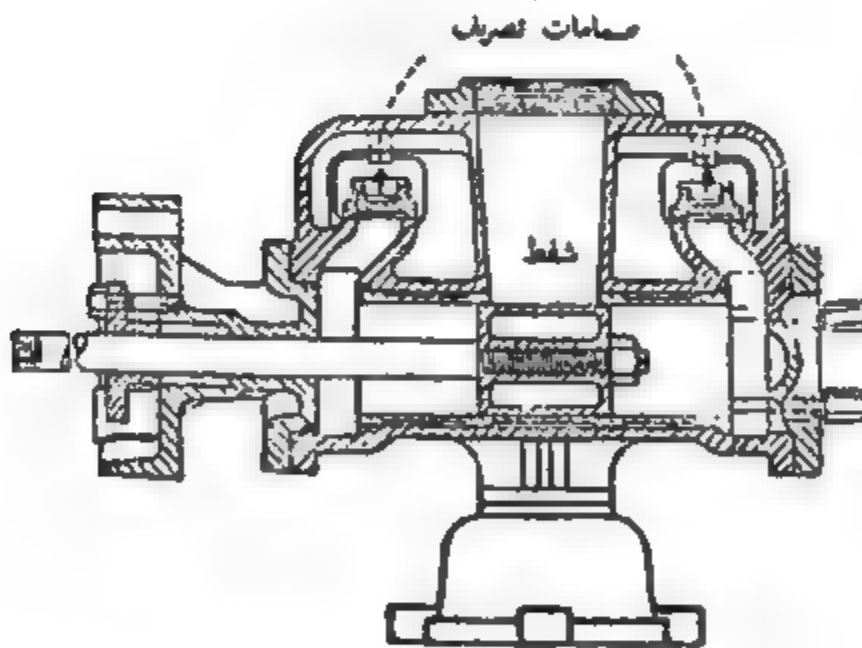
شكل ٢٠.٣ : مضخة مفردة مباشرة الاداء وتدار بالبخر

٣ = ١٢ تتبع الخلل والأعطال :

يشيع استخدام المضخات الترددية التى تدار بمحركات البخار الترددية فى كثير من التطبيقات، وسوف نناقش فيما يلى ما تتعرض له من خلل وأعطال .

١٢-٣ المضخات الترددية بدون صمامات الشفط :

تم تطوير تلك المضخات لمداولة المواد نصف الصلبة مثل الطمي الحمصى أو المترسبات من زيوت التزليق أو غيرها من المتبقيات الثقيلة، ويبين لنا شكل (١٩-٣) واحداً من ذلك الطراز، ويلاحظ أنه ليس بها صمامات للشفط ويتم تدفق المتبقيات المطلوب ضخها فى قاذوس أو قمع بالجانبية الى داخل المضخة خلال فتحة للدخول يتم تغطيتها أو تعريضها بكباس المضخة وهو من نوع الدافعة الصماء، فعندما يتحرك الكباس الى أقصى اليسار فى شوطه الداخلى تتدفق المتبقيات الى الأسطوانة، وعندما يتحرك الكباس الى اليمين يدفع أمامه الطمي إلى الجانب الأيمن للأسطوانة ثم للخارج خلال صمام التصريف المتسع ويتبع نفس الشئ فى الأسطوانة اليسرى وهكذا .



شكل ١٩-٣ : مضخة ترددية بدون صمامات شفط

٦ . أجزاء بالية (متآكلة) :

وأهم الأجزاء التي تؤثر في أداء المضخة هي الصمامات البالية أو حشو (جلاند) عمود الكباس أو حلقات الكباس ذاتها ، وتعرض تلك الأجزاء للتآكل والنصر بفعل المواد الحاكة أو النقر الأيدرولى أو تأثير السوائل التي يتم ضخها ، كذلك قد تنكسر النوابض (اليايات) الحاكمة لعمل الصمامات فتتلف تأثيرها .

(ب) المضخة تقصر الأشواط :

- البخار المحتبس في الأسطوانة بعد غلق صمام العادم زائد عن اللزوم .

- خطأ في اختيار نوع زيت التزييق (التزييت) المناسب .

- وجود غاز أو هواء في ناحية السائل .

- اختلال في ضبط الوضع للصمامات .

- وجود اكتاف في جلبة اسطوانة البخار .

- الحشو على أعمدة الكباسات زائد الرباط .

(جـ) الكباس يطرق رأس الاسطوانة :

- زيادة الحركة الضائعة (المفقودة) .

- صمامات المعادلة أو التلطيف للبخار تحتاج للضبط .

- تهريب من تآكل حلقات الكباس .

- وجود تسرب في صمامات السائل .

(د) انخفاض ضغط التصريف (الطرف) :

- انخفاض في ضغط البخار .

- حشو (الجلاند) طرف السائل وطرف البخار زائد الرباط .

- ارتفاع في الضغط المرتد .

- تآكل الحلقات أو الصمامات .

(أ) المضخة لا تقوم بالتصريف :

يكون السبب في هذا الخلل أحد الأعطال التالية :

١ - رفع الشفط عالٍ جداً (عمود السحب) :

لا ينبغي أن يزيد رفع المضخة عند مستوى البحر عن ٧ أمتار (حوالي ٥٠ سم زئبق تفريغ) ويمكننا التحقق من قيمة الرفع بتوصيل مقياس ضغط تفريغ على مدخل شفط سحب المضخة، فإذا كان رفع الشفط (عمود السحب) أزيد من المقرر فلا بد عندئذ أن نخفض منسوب المضخة أو نرفع منسوب الخزان إن أمكن ذلك ، وقد يؤدي طول خطوط الشفط إلى الزيادة في رفع الشفط مما يؤثر على تشغيل المضخة .

٢ - المضخة فقدت تحضيرها :

ويجب في هذه الحالة أن نغلق خط الشفط فوق صمام القدم بالسائل، مع فتح كل منافسات الهواء على خط التصريف (الطرد) حتى تتخلص المضخة والمواسير من الهواء .

٣ - تنفيس هواء في خطوط الشفط (السحب) :

ويمكن الكشف عن التنفيس وتحديد موضعه بضغط الشفط ومراقبة التسرب منها .

٤ - تكون بخار في خط الشفط :

قد يقل الضغط الواقع على سائل ساخن لدرجة أن يبدأ السائل في الغليان عند درجات حرارة منخفضة نسبياً ، لذا يلزم في هذه الحالة أن نراجع ضغط التفريغ الواقع على السائل، ومقارنته بضغط الغليان عند درجة الحرارة المحددة .

٥ - وجود عائق في خط الشفط :

يحتمل انسداد المصفاة على خط الشفط أو زرجنة في صمام القدم بسبب تراكم القشور أو الصدا أو النفايات .. الخ .

الباب الرابع

المضخات الدورانية

نستعرض في هذا الباب خصائص المضخات الدورانية مثل مضخات التروس المستقيمة أو الحلزونية ، ونبين اعتبارات السائل المحصور بين التروس ، كما نشرح فكرة عمل المضخات الدورانية متغيرة الإزاحة بالكباسات القطرية أو بالكباسات المحورية ونوضح طريقة التشغيل على التوالي أو التوازي للمضخات الدوارة .

وأخيراً نستعرض أسلوب تتبع الخلل والأعطال وطريقة علاجها .

(هـ) تراوج (تقلب) في ضغط التصريف (الطرد) :

- السرعة زائدة عن المقنن (المقدر) .
- حشو (الجالند) زائد الرباط .
- اختلال في تحضير المضخة .
- اختلال في استقامة المضخة .
- زيادة رفع الشفط (السحب) أو وجود هواء في خط الشفط .

(و) زيادة سرعة المضخة :

- وجود خلل أو عطل في خط الشفط .
- تآكل حشو الكباس من ناحية السائل .

(ل) نهر (تآكل) شديد في الحشو (الباكنج) :

- عيوب في عمود الكباس مثل عدم الاستقامة أو انحنائه أو وجود تآكل (بيشلوى) في العمود .

(ز) زيادة القدرة الموردة (قدرة الدخلى) :

- وتنشأ نتيجة ارتفاع ضغط التصريف ، وربما يتسبب في زيادة القدرة الموردة غلق المحابس ، أو زيادة الاحتكاك في خطوط التصريف ، أو زيادة طولها ، كذلك زيادة لزوجة السائل المستخدم .

(ح) اهتزازات في خطوط المواسير :

- مقطع مقاس مواسير التصريف أو مواسير الشفط أقل من المقطع (المقاس اللازم) .

(ط) ضوضاء في ناحية السائل :

- زيادة رفع الشفط .
- اختلاط الغاز مع السائل بسبب التنفيس (التفويث) .
- عيوب في الصمامات .
- سرعة المضخة زائدة عن الحد .

الباب الرابع

المضخات الدورانية

نستعرض فى هذا الباب خصائص المضخات الدورانية مثل مضخات التروس المستقيمة أو الحلزونية ، ونبين اعتبارات السائل المحصور بين التروس ، كما نشرح فكرة عمل المضخات الدورانية متغيرة الإزاحة بالكباسات القطرية أو بالكباسات المحورية ونوضح طريقة التشغيل على التوالى أو التوازى للمضخات الدوارة .

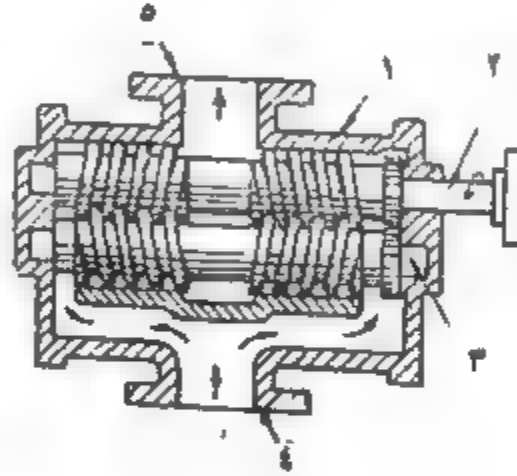
وأخيراً نستعرض أسلوب تتبع الخلل والأعطال وطريقة علاجها .

يراعى أن المضخات الدوارة لها من الملامح التكوينية ما يجعلها مناسبة للكثير من التطبيقات .

وبالرغم من أنها تتشابه فى منظرها الخارجى مع المضخة المركزية إلا أن خصائص تشغيلها أقرب الى المضخة الترددية . فكلاهما ذاتى إزاحة موجبة ، وتجمع المضخات الدوارة بين خصائص المضخة المركزية من جهة ثبوت التصريف مع ملامح إيجابية الإزاحة التى للمضخة الترددية ، وبينما يكون التصريف من المضخة الترددية نبضيا (متراوفا) يكون تصريف أغلب المضخات الدوارة ثابتا، وفيما يلى توضيح لأهم أنواع المضخات الدوارة وتصنيفاتها :

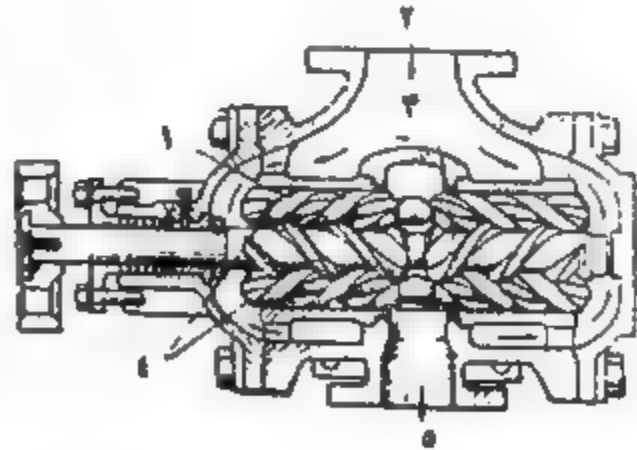
أ . مضخة حلزونية

- ١ : القراب
- ٢ : عمود التدوير
- ٣ : عمود مدار
- ٤ : ماسورة السحب
- ٥ : ماسورة الطرد



ب . مضخة بثلاث حلزونات

- ١ : جلبة العضو الدوار
- ٢ : السحب
- ٣ : العضو الدوار
- ٤ : العضو المدار
- ٥ : الطرد (التصريف)



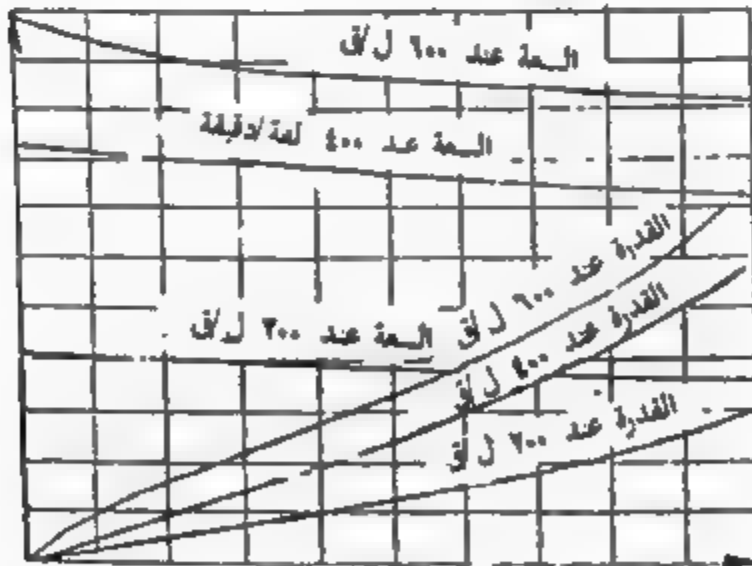
شكل ١ - ٤ : مضخة دورانية من طراز تروس البريمة

٤ = ٢ مضخة التروس المستقيم

يجرى تصميم هذه المضخة لسرعات لا تزيد عن ٦٠٠ لفة/ق ، ولضغوط لا تتعدى ١٠٠ بار وتتفاوت سعتها من كميات ضئيلة إلى ٥٠٠ لتر/ق ، ويمكن ترتيبها من حيث نوعية الإدارة من إدارة مباشرة أو إدارة غير مباشرة عن طريق صندوق تروس أو سيور إدارة ، كما يمكن إنتاجها بصمام تصريف ذاتى داخل المضخة أو بدون هذا الصمام (شكل ٨-١) الباب الأول .

وصمام التصريف الذاتى يقوم بتعريض السائل من جانب الطرد إلى جانب الشفط وذلك لحماية المضخة وأجزائها من زيادة ضغط التصريف .

فإذا كان للمضخة صمام تصريف ذاتى ، فلن يلزمنا عندئذ تركيب صمام أمان على خط تصريف المضخة (خط الطرد) ، ولا يوصى باستخدام معر التصريف الداخلى للمضخات التى تتداول سوائل سهلة التطاير (غازية التكوين) اذ يتسبب فعل عصر السائل بين أسنان التروس إلى إطلاق غاز السائل (نتيجة لزيادة ضغطه) الذى يتراكم ويتداخل فى سلامة تشغيل المضخة .



شكل ٤ = ٢ : المنحنيات الخصائصية لمضخة دوارة

ويبين شكل (٤ - ٢) المنحنيات الخصائصية، وهي تبين العلاقة بين السعة والضغط والقدرة المطلوبة لأحد أنواع هذه المضخات التي تتداول زيوتا ثقيلة، فإذا استخدمت تلك المضخة لزيوت أخف تقل سعة المضخة لحد ما، بسبب زيادة التفويت، كما يزيد التفويت كلما ازداد ضغط الطرد.

٣-٤ مضخات الإزاحة الحلزونية (البريمية) :

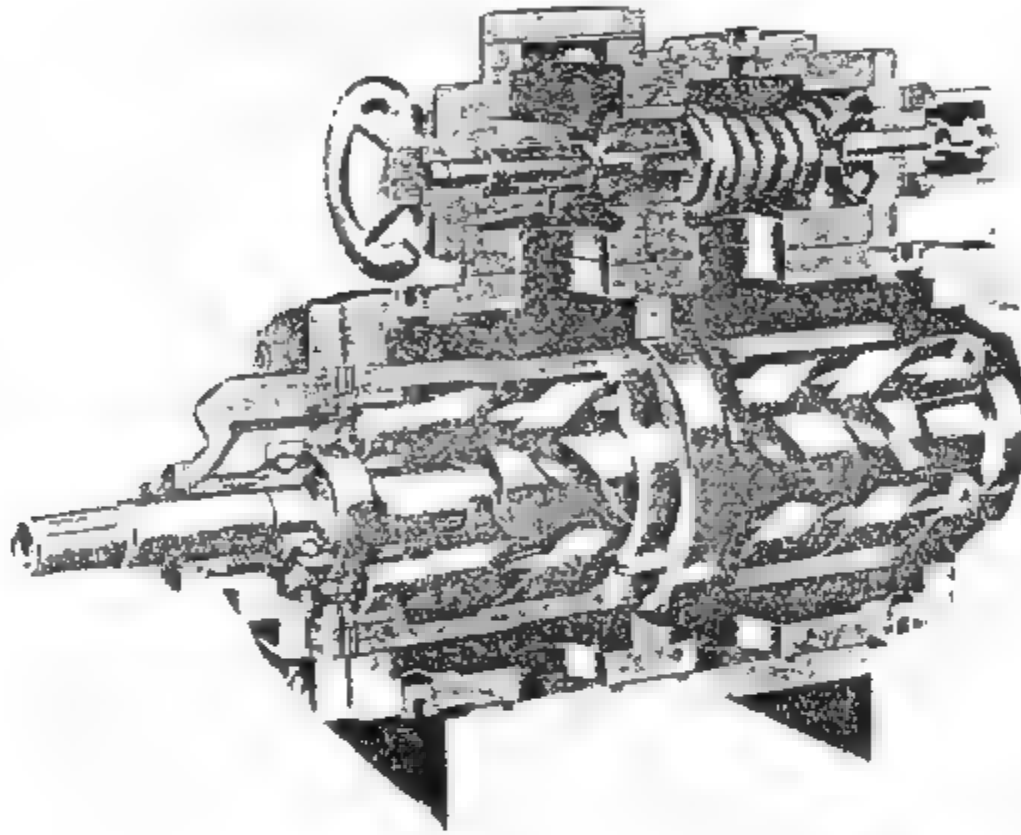
احتلت هذه المضخات مكان المضخات الترددية في كثير من التطبيقات وتقسم أساسا إلى طرازين، الحلزون الثلاثي وفيه تتم إدارة حلزون المنتصف فحسب بحيث يكون الحلزونيين الخارجيين تابعين، أما الطراز الثانى فهو طراز الحلزونين ويتم فيه إدارة كل من الحلزونين بواسطة تروس توقيت .

وتعمل مضخة الحلزونات الثلاثة على مبدأ التواشج (التداخل) الثلاثى للحلزونات المتوازنة ديناميا، حلزون القدرة فى المنتصف، ويدبر حلزونين تابعين، ويتم تشكيل أسنان الحلزون (اللولب) بحيث تكون حبكا شديدا بالنسبة لبعضها البعض داخل تجويف جسم المضخة، وتتم إدارة حلزون القدرة فحسب بموتور الإدارة، أما الحلزون التابع فيعمل كحبك دورانى ويتم دورانه بالتواشج مع حلزون المنتصف .

وينتج عن دوران الحلزونات خلق غرفة محبوكة فى الجسم تتحرك محوريا خلال التجويف المخصص لها، وينتج عن ذلك ضغط منخفض عند طرف السحب وضغط مرتفع عند جانب الطرد (التصريف) :

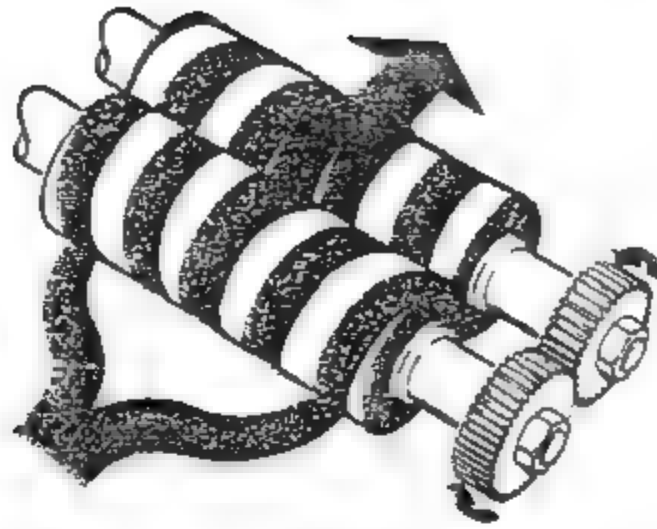
ولما كانت المضخة الحلزونية من طراز موجب الإزاحة، فإن الضغط بها سوف يوالى ارتفاعه ليتخطى أى ضغط واقع أمامه من المنظومة (فى خطوط الطرد)، ويраعى أن زيادة ضغط الطرد قد تؤدي إلى زيادة التفويت (التسريب) من الحوايك بين جسم المضخة وعمود الدوران، ويمكن نظريا

أن يتساوى تصريف المضخة (الإزاحة) مع كمية التفويث (التسريب) وتفشل المضخة في توريد أى سائل، وحتى يصبح أداء المضخة مرضيا في الظروف العملية، فلا بد أن يقل هذا التفويث (التسريب) بزيادة الحواكم لمنع، خصوصا عند ضخ سوائل منخفضة اللزوجة .



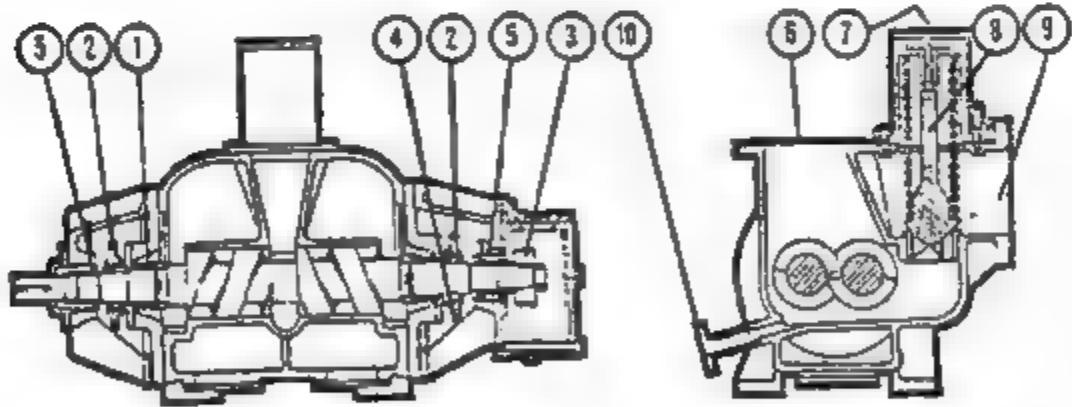
شكل ٤ - ٣ : مضخة إزاحة موجبة ثلاثية الحزونات (الهريمة)

ويبين شكل ٤ - ٣ مضخة إزاحة موجبة نمطية بثلاثة حلزونات ولا بد في هذا الطراز من تزويد صمام تهوية الضغط متكاملأ مع المضخة، وذلك حتى لا يتسبب تفاقم الضغط بداخلها إلى تجاوز التيار المقنن أو القدرة المقننة للمضخة أو يتسبب في إتلاف القراب وجسم المضخة .



شكل ٤-٤ : فكرة عمل مضخة الحلزونين (البريمتين)

ويراعى فى مضخة الإزاحة الموجبة بحلزونين (شكل ٤-٤) أن تأثير الفتح يتم بواسطة بريمتين متواشجتين (متداخلتين) داخل قراب المضخة، وتكون حركة كل ترس منهما معاكسة للترس الآخر، ويتم تحميل كل من العمودين المقرونيين بالترسين على محامل كروية فى مهابيت بعيدة عن غرفة الضخ، ويتم سحب السائل من طرفى المضخة، بينما يكون الطرد من منتصفها، ونجد أن هذا التنظيم يحقق للمضخة توازنا ايدروليا سليما ولا يقع فيها أى دفع محورى .



٢- حوايك مساعدة للحاكي الرئيسى

٤- وصلة بيان التفرؤيت (التسريب)

٦- فرع الطرد

٨- صمام التهرؤة فى فرع السحب

١٠- ملسورة ومحبس تصفية

١- حاكي ميكانيكى أساسى

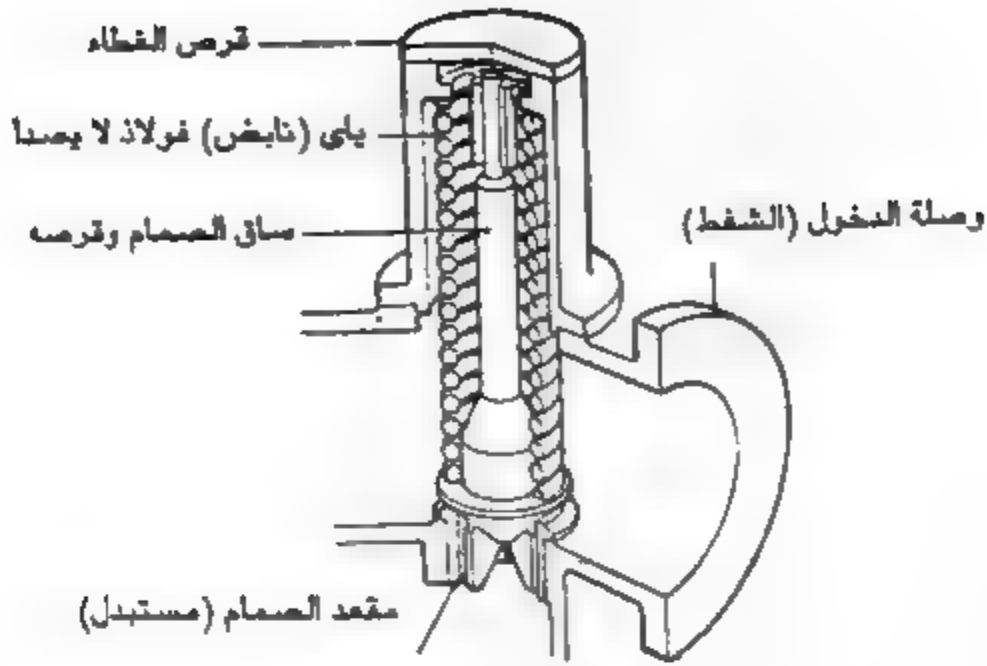
٢- تروس التفرؤيت

٥- حاكي إضافى للمحامل (الكراسى)

٧- غطاء متساطح

٩- فرع السحب

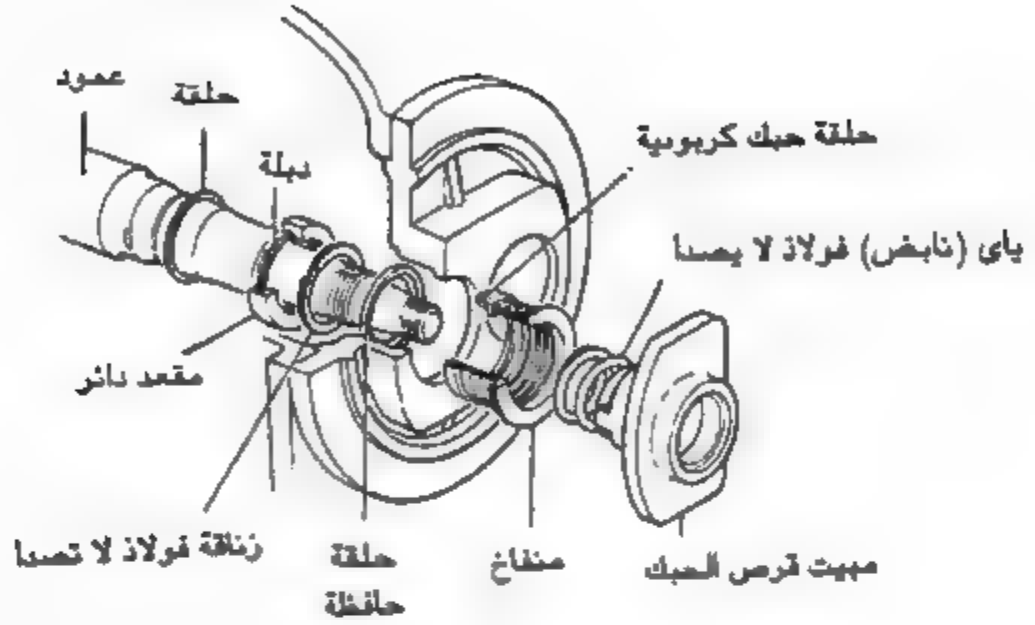
شكل ٥-٤ : مضخة إزاحة موجبة بحلزونين (لوايين)



شكل ٤ : ترتيب لصمام تهوية الضغط

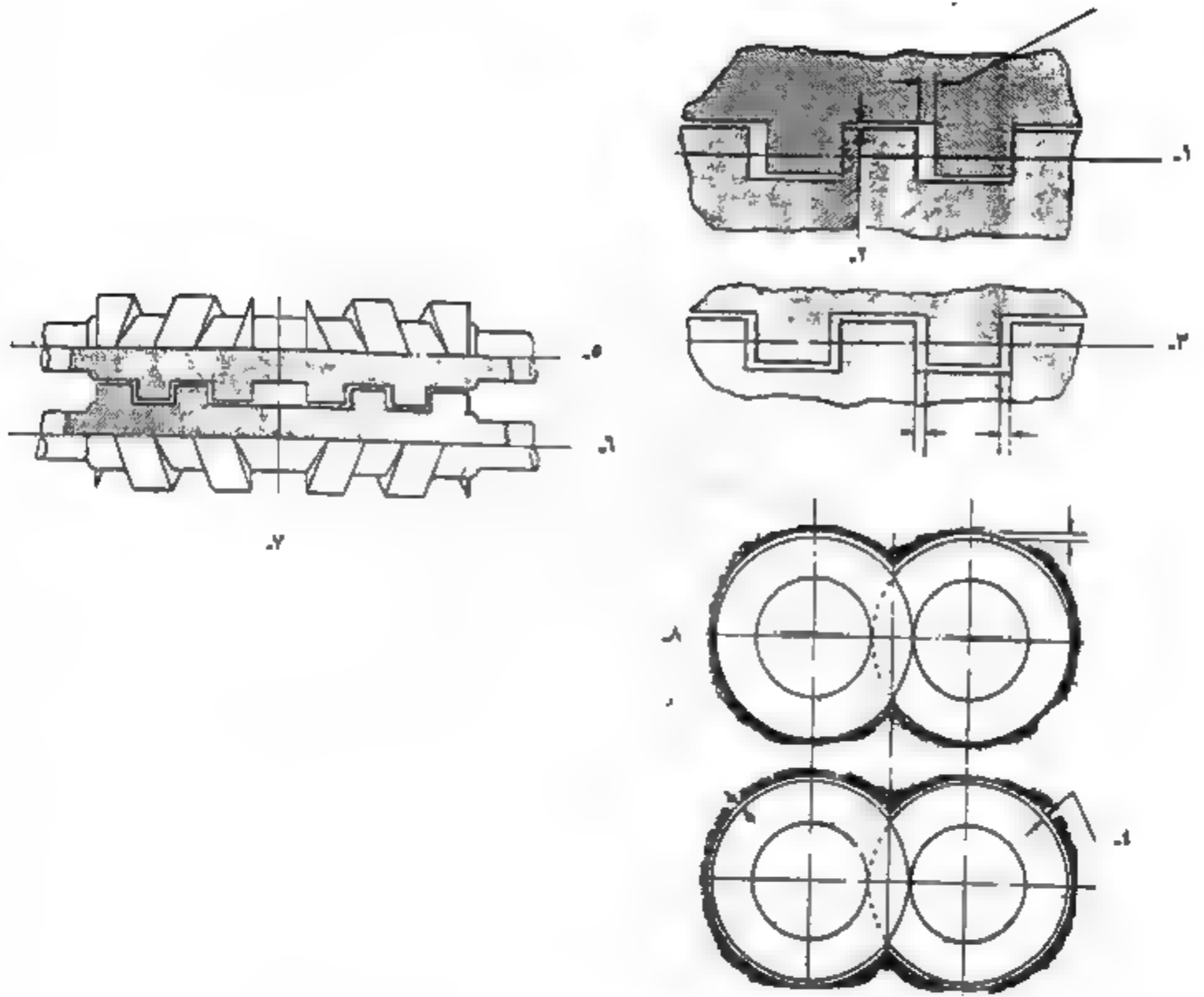
وتستخدم الحوايك الميكانيكية في مضخات الإزاحة الموجبة بحلزونين، وسوف تعتمد كفاءتها على نوع الخدمة المقصودة، ويبين الشكل ٤ - ٧ حابكا ميكانيكيا قياسياً من طراز نمطى للاستخدام مع مدى متسع من المضخات، ويتضمن مواد خاملة كيماوياً، ومنفاخ (أكورديون) داخل ياي الحبك، كما يزود بمجموعة مساعدة (إضافية) من الحوايك بتصميم خاص، فتتمنع الخلل في حالات الطوارئ، وتزود بممر خاص لبيان حالات التفويت (التسريب) إذا وقع .

ولابد أن تكون استقامة المضخة بشكل صحيح وكذلك توقيت التروس حتى تعمل بكامل كفاءتها .



شكل ٧.٤ : حابك العمود

ويوضح الشكل ٨.٤ الطريقة السليمة لإجراء الاستقامة، كما يوضح الشكل ٩.٤ الأخطاء المحتملة عند إجراء الاستقامة وطريقة تصميمها .



٢- خلوص الجذر

١- خط خطوة الحلزون

٤- خلوص

٣- خط خطوة الحلزون

٦- خط العمود

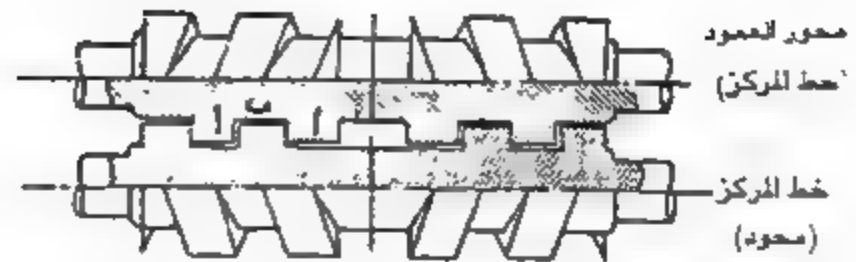
٥- خط مركز العمود

٧- خط المنتصف (بين الحلزون الأيمن والحلزون الأيسر)

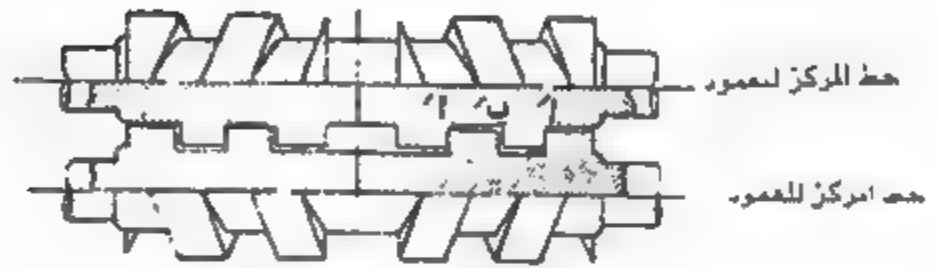
٨- الموضع الصحيح لمحور وقطريا لابد من تساوي الخلوصات أ، ب، ب'

شكل ٤ - ٨ : ضبط حبك الحلزونين

الخطأ في الوضع المحوري :

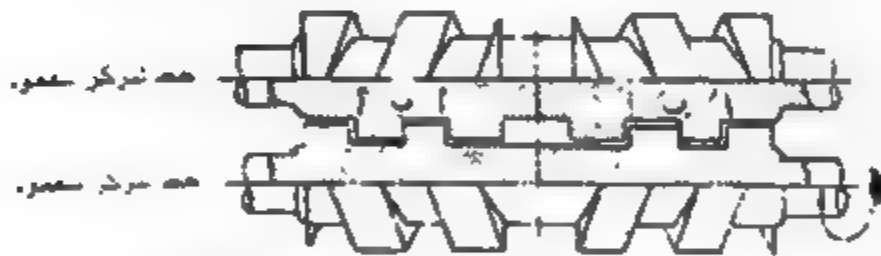


يتم تحريك العمود في هذا الاتجاه بـ 1 مم



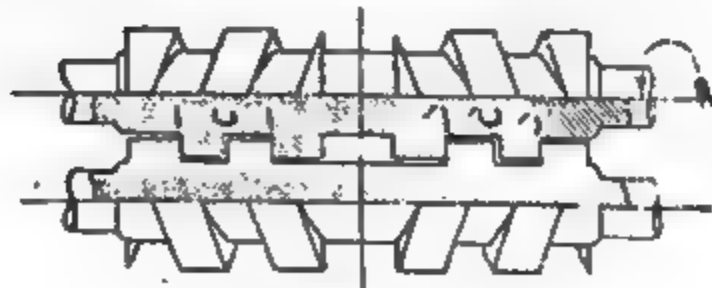
يتم تحريك العمود في هذا الاتجاه بـ 1 مم

الخطأ في الوضع القطري



يتم تحريك العمود في هذا الاتجاه بـ 1 مم

يُدار العمود في الاتجاه للبين

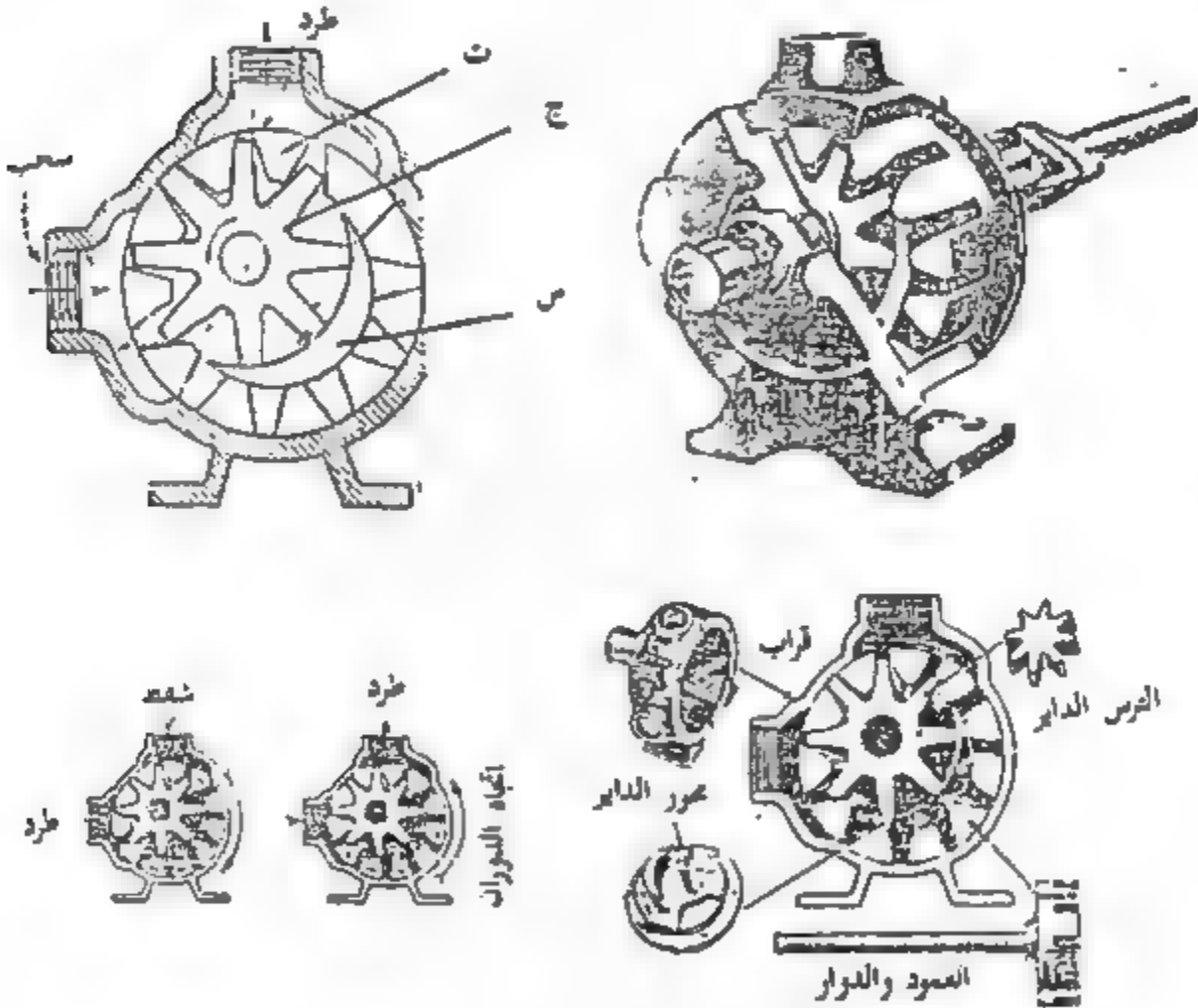


بـ 1 مم

شكل ٩-٤ : ضبط استقامة (محوريا ، قطريا) للحلزونين

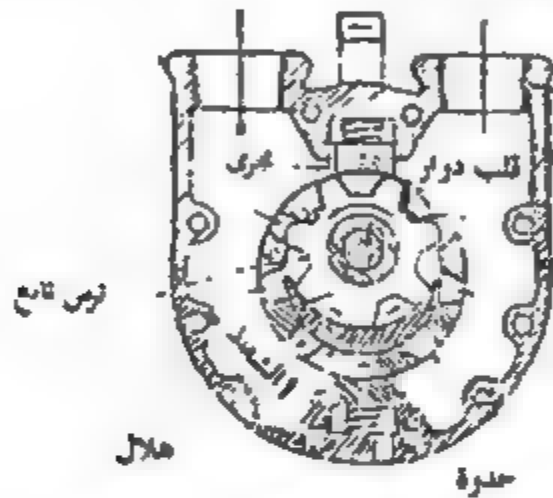
٤ = ٤ مضخة الترس الداخلي :

وهي طراز خاص في المضخة الترسية والتي بدور فيها العضو الدوار في داخل الغلاف الخارجي ويكون متحدا معه في المركز ويحمل على حافته الخارجية ما يمكن اعتباره ترسا ترتكز أسنانه (ت) على إحدى نهايات العضو الدوار، شكل (٤-١٠ ، ٤-١١) ، بينما يرتكز بعيدا عن المركز مع العضو الدوار ترس آخر حر الحركة (ج) معشقا فيه ويتم دورانه بواسطة أسنان ترس العضو الدوار كما يوجد أيضا هلال (س) يرتكز على نهاية غطاء المضخة ويوجد بين العضو الدوار والترس الحر ويعمل كفاصل بين جانبي الشفط والطرء .



شكل ١ - ١٠ : مضخة دروائية منعكسة (قابلة لعكس الدوران)
مع ثبات الضغط والتصريف

وعند ادارة العضو الدوار فى اتجاه عكس عقارب الساعة ، شكل (٤-١٠) فإن أسنان الترس الوسيط (ج) تفرغ مكانها فى أسنان العضو الدوار كلما مر العضو الدوار على مدخل الشفط (السحب) لتخلق تفريغا مثل الذى يفعله كباس مضخة ترددية فى شوط الشفط (السحب) وتبعاً لذلك يندفع السائل ليملاً الحيز بين أسنان التروس ، وعند استمرار دوران العضو الدوار ينحصر السائل بين الترسين والهلل والفلاف الخارجى ، وبينما يستمر العضو الدوار فى الدوران فإنه يقوم بحمل السائل الموجود ويتم دفعه من خلال ممر التصريف نتيجة لتزايد الضغط الناتج من التصريف المتتابع .



شكل ٤ . ١١ مضخة ترس الدائر الداخلى وبها تنظيم لتهوية الضغط

ويمكن أيضاً تصميم هذه المضخات بصمام تصريف الضغط داخلياً، شكل (٤-١١)، ويتم فصل الشفط عن التصريف بحدوتين مترزتين ايدروليا، ولهاتين الحدوتين ثلاثة وظائف :

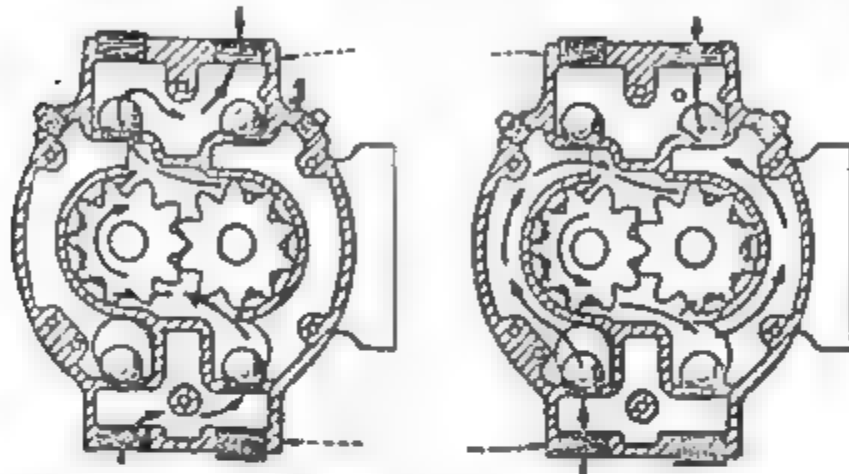
أولاً : فهما يعملان كصمام تهوية وذلك برفع القرص الدوار عند تجاوز الضغط (ازدياد الضغط) .

ثانياً : فهما يسمحان بمرور الجسيمات الصغيرة والشوائب بدون اتلاف للمبيت أو القراب (الغلاف) .

ثالثا : فهما يعوضان عن النحر (البرى) لمنع التسرب من التصريف إلى الشفط .

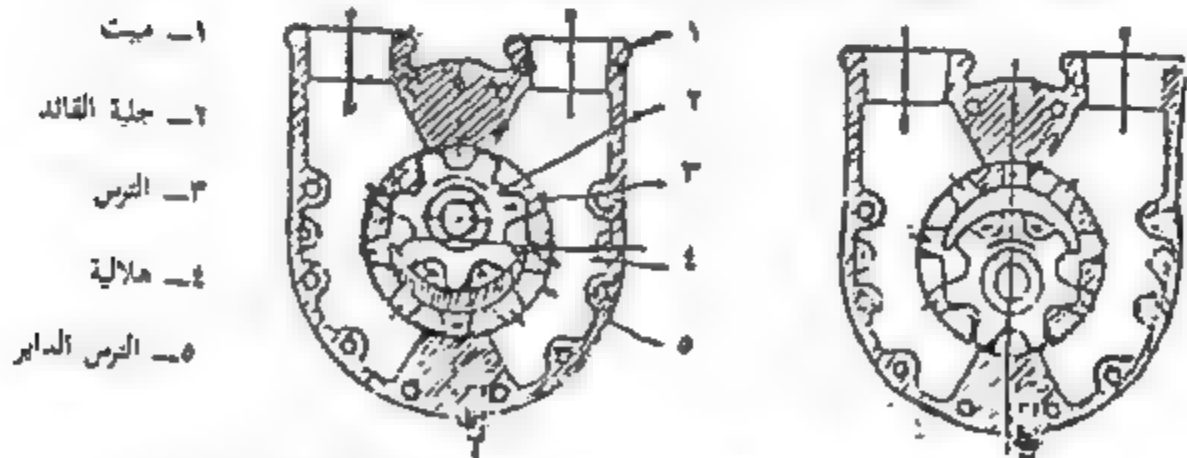
٤ - ٥ المضخات الدوارة من الطراز المنعكس :

وتستخدم لأغراض التبريد والتزيت وغيرها من الخدمات التى تتطلب التشغيل فى اى من الإتجاهين (مع عقارب الساعة أو عكس عقارب الساعة) بدون أن ينعكس الشفط والتصريف .



شكل ٤ - ١٢ : مضخة دورانية منعكسة (قابلة لعكس الدوران) مع ثبات الشفط والتصريف

ويبين شكل (٤ - ١٢) هذا الطراز من المضخات الدوارة ولها نظام من صمامات العكس مبيتة داخل (غلافها) ، وتبين الاسهم تشغيل الصمامات واتجاه التدفق لأى من الاتجاهين فى الدوران .



شكل ٤ - ١٣ : مضخة ترس الداير الداخلى وقابلة لعكس الدوران

ويراعى أن مضخة الترس الداخلى ، شكل (٤ - ١٢) من الطراز منعكس بدون صمامات العكس، وتعمل هذه المضخة بنفس الطريقة المثروحة سابقا ولكن الهلال يدور ١٨٠ درجة ويأخذ الترس الحامل موضعها يسمح بذلك .

ويكون الهلال والترس الحامل (التابع) محمولين على جلبة لا متمركزة تسمح لهما أن ينعكسا فى موضعهما كمجموعة معا .

وتبين الاسهم اتجاه التدفق لكل من اتجاى الدوران .

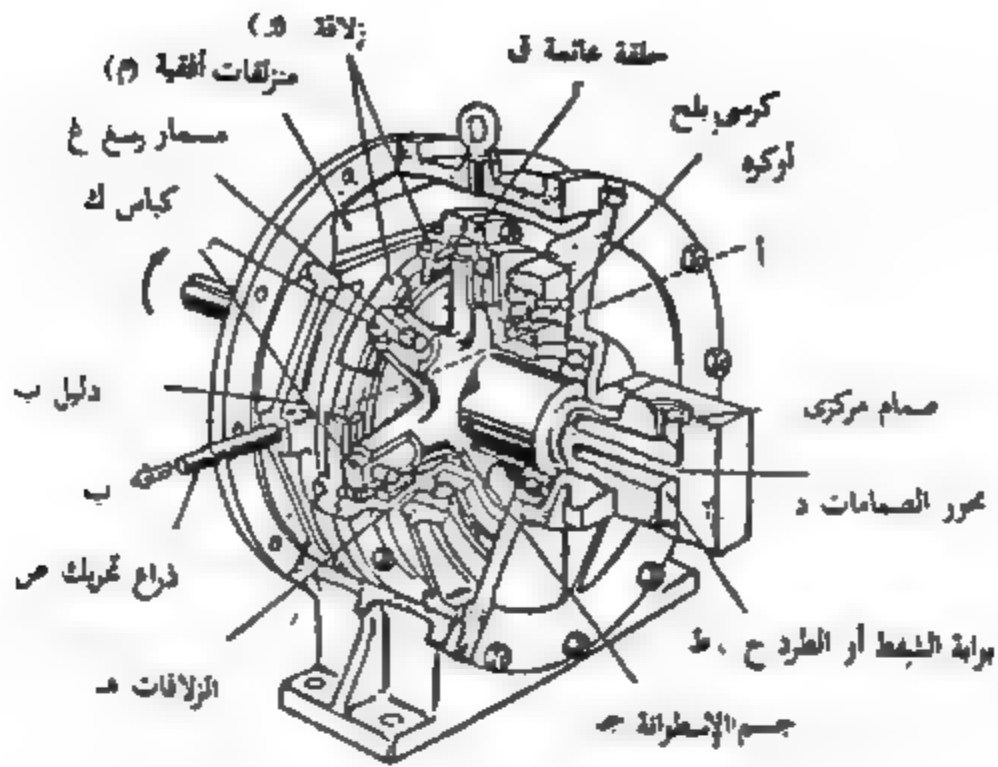
٤ = ٦ المضخة الدورانية متغيرة الإزاحة (هيليشو) :

يبين الشكل (٤ - ١٤) أحد هذه الطرازات ويتضح فيها ثلاثة أوضاع تخطيطية لمقطع مستعرض يمر بمنتصف المضخة متعامدا على محور عمود الدوران .

ويتم تغيير طول مشوار المضخة خلال الخط (أ - ب) .

ويلاحظ أن (ج) هو جسم الاسطوانات ويتم بناؤه تكوين عدد من الاسطوانات نصف قطرية ويتم قران (ربط) جسم الاسطوانات وإدارته مباشرة بواسطة المحرك المخصص لذلك، وعادة ما يكون موتوراً كهربياً .

ويوضع صمام مركزى ثابت (د) بحيث يدور عليه جسم الاسطوانات، ويوجد به فتحات الشفط النصف قطرية بكهلسات (ك) ويوجد بكل منها مسمار رسغ (غ) ومتوازيا مع محور الصمام (د) ، ويوجد على كل مسمار رسغ زلاقة (و) تتحرك فى محز حلقى (مجرى خاصة) بحيث تتسبب فى دوران مركز مسمار الرسغ فى مسار دائرى (هـ) ويمكن تغيير هذا المسار بتحريك مركزه على الخط (أ - ب) .



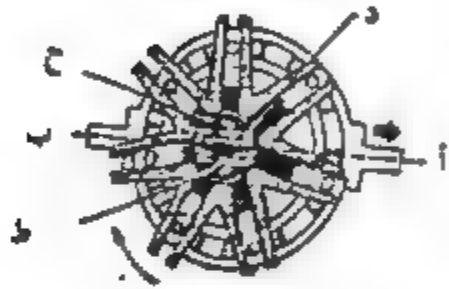
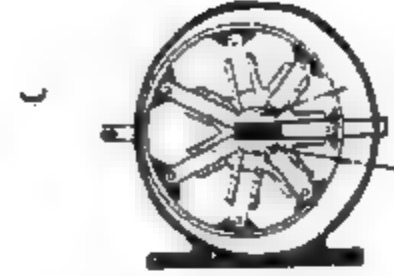
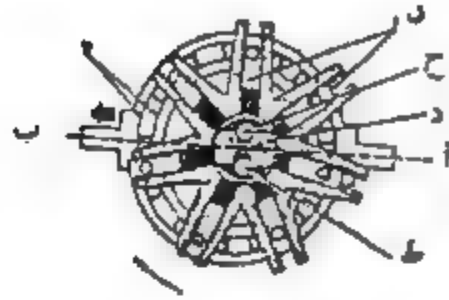
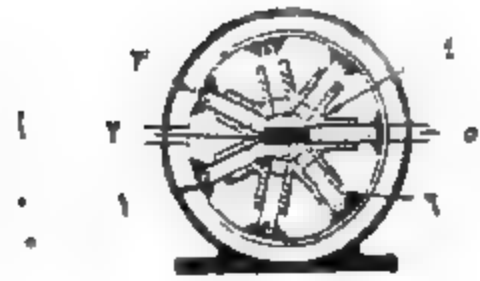
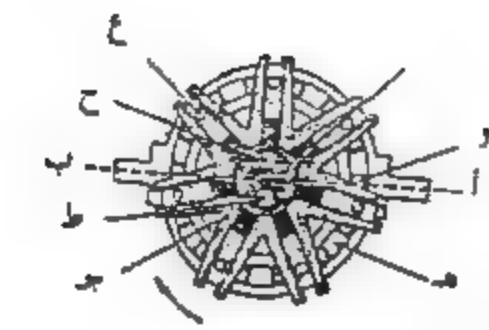
شكل ٤ - ١٤ : المضخة الدورانية متغيرة الإزاحة (هيلشو)

ولنفرض أن جسم الاسطوانات يدور في اتجاه الأسهم وأن موضع المسار الدائري (هـ) بحيث يتطابق مركزه مع مركز الصمام (د) كما هو موضح في الشكل (٤ - ١٥) وعندئذ فلن تتحرك الكباسات أي حركة نصف قطرية .

فإذا تحرك المسار الدائري (هـ) إلى اليسار كما هو في الشكل (ب) فسوف نجد أن الكباسات في حركتها تبتعد عن الصمام (د) فوق الخط أ - ب ، لشفط السائل خلال الفتحة (ح) بينما تقترب الكباسات تحت الخط أ - ب من الصمام (د) لتضيق السائل خلال الفتحة (ط) .

فإذا كانت حركة المسار الدائري إلى اليمين كما في الشكل (جـ) فسوف تقترب الكباسات التي فوق الخط أ - ب في حركتها من الصمام (د) بحيث تصبح الفتحة (ح) هي التصريف (الطرد) ، وتكون الفتحة (ط) هي الشفط .

وبذلك ينعكس تدفق السائل من (ط) إلى (ح) بدون أن تعكس اتجاه دوران المضخة أو الموتور المقرون بها .



- ١- زلاقة
- ٢- صمام مركزي
- ٣- حلقة عائمة
- ٤- كتلة اسطوانات
- ٥- أصابع تحكم
- ٦- كهاس

شكل ٤ - ١٥ : مختلف أوضاع تشغيل مضخة هيليشو

وفي حركة اسطوانات الكباسات من موضع أقصى تصريف (طرد) عند أحد الجوانب إلى نفس الموضع على الجانب الآخر، فلا بد أن يتناقص التصريف تدريجياً إلى أن يصل المسار إلى موضع مركزي فينقطع التصريف، ليبدأ بعدها من جديد في الزيادة إلى أقصى تصريف ولكن في الاتجاه المضاد، ولن يصحب هذا التغيير من أقصى التصريف في اتجاه إلى أقصى تصريف في الاتجاه المضاد أي صدمات .

ونجد أن الزلاقات (و) تجتاز كافة سطح المسار (هـ) مرة كل لفة من دوران جسم الاسطوانات، وسوف تكون مقاومتها في السرعات العالية شديدة للغاية حتى وإن كانت مغمورة بزيوت التزييت .

وحتى يتم تقليل هذه المقاومة لأقل مدى ممكن، وبالتالي زيادة كفاءة المضخة فيتم تصميم المسار (هـ) للزلاقات كجزء من حلقة عائمة (ق)

تدور على كراسى بلى (محمل كريات) أو كراسى بلح (س) (محمل بلح).
ويجرى تثبيت كراسى البلح أو البلى (الكرة) فى وحدة بلييه (ن)
تعمل ما بين مجموعتين من المنزلقات الأفقية (م) مصبوبيتين على غطائى
الجانبين .

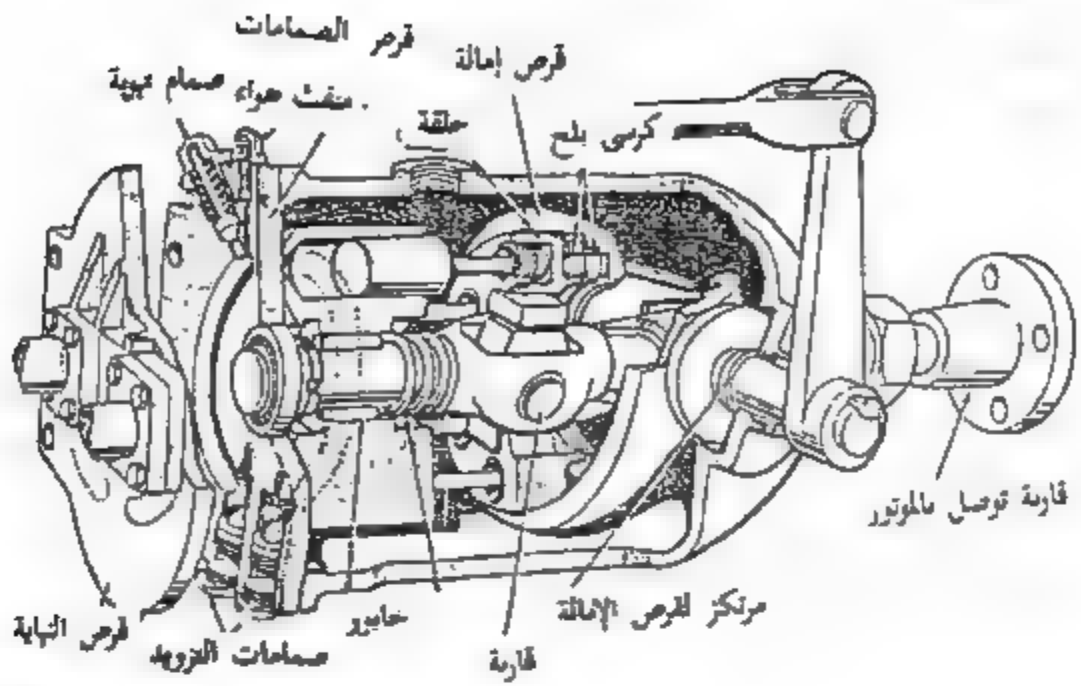
ويتم توصيل ذراع التحريك (عمود الدوران) (ص) إلى ذراع
التشغيل عند موضع التحكم بحيث تجذب أو تدفع الدليل (ن) طبقا
للمطلوب .

ويكون فعل المضخة تماما كما سبق شرحه بحيث يحمل جسم
الاسطوانات الدوار (ج) الكباسات (ى) ومعها مسامير الرسغ (ز)
والزلاقات (و) فى حركة الدوران، وتتسبب الزلاقات بدورها فى دوران
الحلقة العائمة (ق) معها على الكراس (ر)، وتكون مقاومة الزلاقات فى
مجاريها نصف القطرية أكبر من مقاومة الكراس (ر) التى تدور عليها .

وتترب الزلاقة التى تليها أو تهتعد فى كل لفة بكمية مساوية
لشوط المضخة، ولن يكون هناك حركة نسبية فى وضع اللاشوط، وتصنع
الحلقة العائمة على شكل برميل وتحتفظ بالزيت المتسرب من خلال
الكباسات نتيجة للقوة الطاردة المركزية لتزييت الزلاقات ومسامير الرسغ،
وجميع أجزاء المضخة بسيطة الانتاج ولا تحتاج للدقة الزائدة إلا فى خرط
الاسطوانات التى تتحرك الكباسات بداخلها، وباستخدام الزيت كوسيلة
للتشغيل يتم تزييت كافة أجزاء المضخة الداخلية بدقة، ولن تتعرض للبرى
أو التآكل إلا فى أضيق الحدود .

٤ = ٧ المضخة الدوارة بالكباسات المحورية :

تحتوى هذه المضخة على كتلة اسطوانات دوارة تحمل بداخلها
الكباسات فى موضع أفقى أى أن تكون محاور هذه الكباسات موازية لمحور
الدوران، شكل (٤ - ١٦) .



شكل ٤ - ١٦ : المضخة الدوارة بالكباسات المحورية

وتتحقق الحركة الترددية للكباسات عن طريق تغيير زاوية قرص إمالة وهو القرص الذي تتصل به محاور أذرع الكباسات ، وبالتالي يمكن زيادة أو نقصان المشوار المسموح للكباسات عند دوران المضخة .

وينتج عن ذلك إمكانية تغيير الطرد في أي من الاتجاهين بتحريك قرص الإمالة، أي تغيير زاويته بالنسبة للمحور الرأسي سواء للأمام أو للخلف.

وتحتفظ بالمجموعة بأكملها ممتلئة بالسائل المضغوط (زيت في الغالب) مع وجود صهريج متصل بالدائرة .

٤ - ٨ المضخات الدوارة بالتخفيل على التوازي أو التوازي :

تستخدم التربينات البخارية أحيانا في تشغيل المضخات الدوارة من هذا الطراز كما هو مبين في الشكل (٤ - ١٧) .

ونجد فيها الاعضاء الدوارة للعجلة المسننة من الطراز المزبوج اللولبي بحيث يفصل بينهما حمل (كرسي) متوسط ، ويكون هذا المحمل موجودا على عمود الدوران .

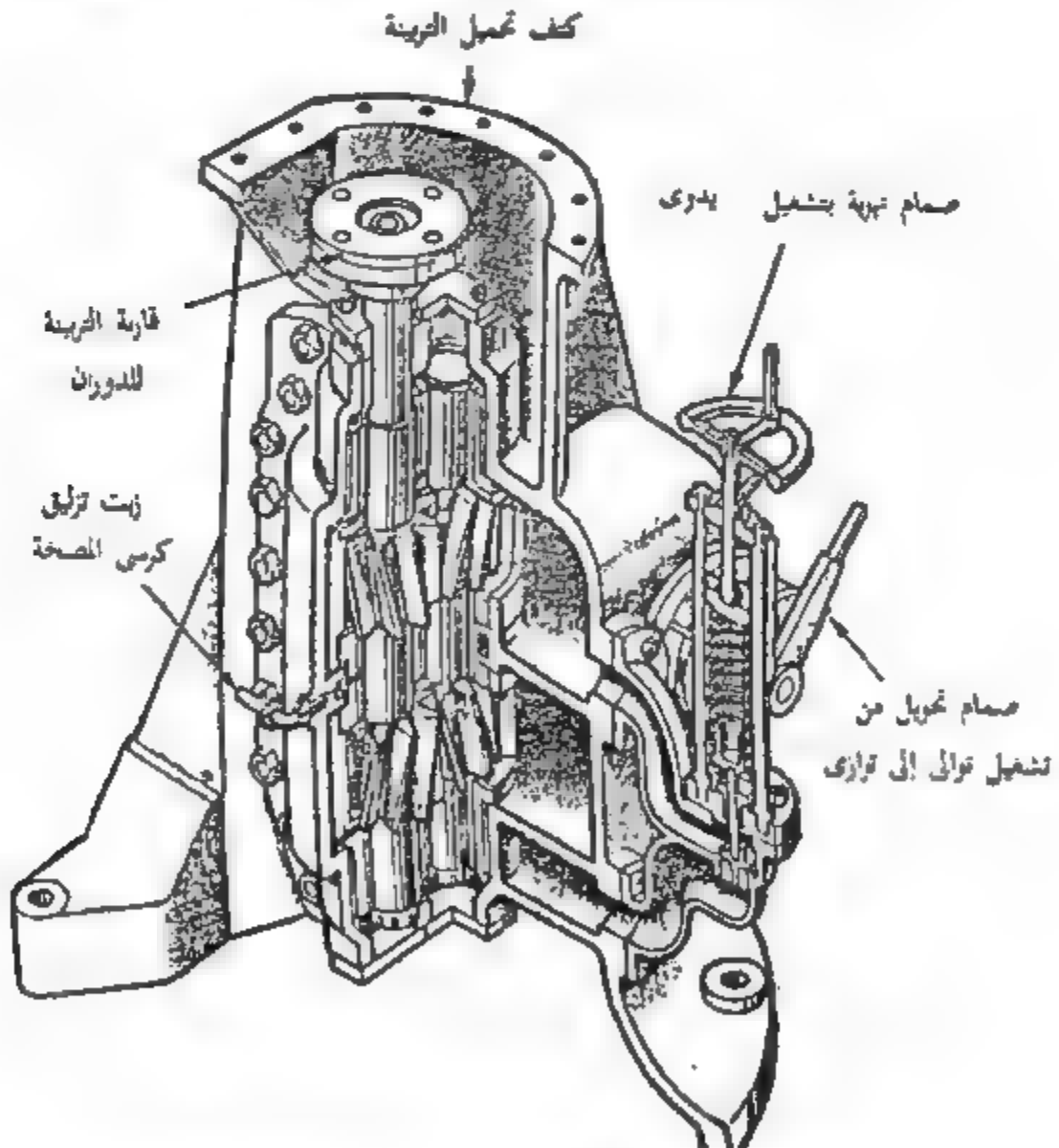
وبالتالى تنقسم المضخة الى جزئين أو مرحلتين، بحيث يكون الازدواج العلوى من التروس العلوية مرحلة أولى، والازدواج السفلى مرحلة ثانية، وبالإمكان أن يتم التوصليل بين المرحلتين إما على التوازي وإما على التوالى بواسطة ممرات خاصة وصمام تحويل عليها .

٤ - ٩ متاعب المضخات الدوارة :

تتعرض المضخات الدوارة للكثير من العيوب والمتاعب، وفيما يلى أهم حالات الخلل المحتملة والأعطال التى قد تتسبب فيها :

(أ) لا يوجد تصريف من المضخة :

١ - خلل فى خط الشفط : مثل تنفيث الهواء من عند وصلات غير محكمة الرباط، كذلك وجود محبس أو صمام مغلق ، ويجوز أن يكون السبب



شكل ٤ - ١٧ : مضخة دورانية تشغيلها على التوازي أو على التوالى

وجود عائق فى خط المواسير أو انسداد فى مصفاة خط الشفط أو صمام
قدم مسدود أو مزرجن فى وضع مفلق، وقد يتسبب انخفاض منسوب
السائل فى صهريج السحب لدرجة كبيرة فى نفس الخلل « راجع أيضا
خلل فقد الشفط » .

٢- عدم تحضير المضخة، ومعناه عدم وصول السائل لشفط المضخة.

٣- تآكل أو برى شديد فى أجزاء المضخة ويتجتم عندئذ استبدال الأجزاء
المتآكلة مع الإنتباه الشديد لدقة الخلوصات المطلوبة

٤- خلل فى محرك الدوران : وهو إما أن يكون انخفاض شديد فى سرعة
المحرك أو عكس فى اتجاه الدوران .

٥- صمام تهوية الضغط أو صمام تحويل مفتوح أو به تفويت شديد؛
ويجب مواءمة ضبط تحميل النابض (الهاى) إلى درجة الضغط
المطلوب .

٦ - رفع الشفط زائد لدرجة كبيرة .

(ب) الضروءاء الشديدة :

١- متاعب السائل : مثل هواء أو غاز محصور فى السائل المتداول أو تسرب
هواء فى خط الشفط .

٢- صمام التهوية منخفض الضبط أو يفتح ويفلق لضعف النابض
(الهاى).

٣- متاعب من خط الشفط : فقد يكون ضيقا جدا أو طويلا، كذلك ربما
يكون السبب شبكة المصفاة صغيرة أو تحتاج إلى تنظيف .

٤- عيوب ميكانيكية : مثل عدم تحاذى عمود المحرك مع عمود المضخة أو
انشاء عمود الدوران .. الخ .

٥ - ارتفاع ضغط الطرد لدرجة كبيرة .

(ج) زيادة التآكل والنحر :

- ١- متاعب من السائل : اذ قد يؤدي إلى صدأ في بعض أجزاء المضخة أو قد يحمل السائل أقدارا تسبب النحر .
- ٢- الصدأ الشديد : بسبب سوء اختيار المعدن المناسب للتطبيق أو السوائل المستخدمة في المضخة .
- ٣- دوران المضخة دون أن تنغمر بالسائل وهو ما يعرف بالدوران على الناشف مما يسيء إلى التزليق اللازم بين أجزاء الدوران، لذلك لا ينبغي مطلقا تشغيل المضخات الدوارة على الناشف (جافة) .
- ٤- تشوه القراب : وكعل السبب فيه غالبا ما يكون تحميل المواسير الموصلة على المضخة بطريقة خاطئة مما يجهد القراب ويسبب انثناءه أو تشوّهه ويزيد النحر .
- ٥- إرتفاع ضغط الطرد لدرجة كبيرة تتجاوز الضغط المصممة عليه المضخة .

(د) تناقص السعة :

- ١- متاعب خط الشفط .
- ٢- تناقص سرعة المحرك، أو انخفاض قيمة الفولت فيمنع المحرك من الدوران بسرعه القصوى .
- ٣- تلف صمام التهوية أو صمام التحويل، أو ضعف النابض (البابى) معا يسمح بفتحه بدون مبرر وتسرب السائل المضخوخ منه .
- ٤- زيادة الهربى (التاكل) فى أجزاء المضخة .
- ٥- تغير كثافة السائل أو تغير لزوجته بدرجة ملحوظة .
- ٦- عدم كفاية مورد السائل .

(هـ) زيادة القدرة المستهلكة :

- ١- ارتفاع شديد فى ضغط الطرد .
- ٢- متاعب ميكانيكية فى عمود الإدارة وعمود الدوران .
- ٣- زيادة لزوجة السائل .
- ٤- زيادة سرعة المضخة عن السرعة المقننة (سرعة التصميم) .
- ٥- التآكل والنحرب بين أجزاء المضخة .

(و) فقد الشفط :

- ١- خط الشفط غير منغمز لدرجة كافية .
- ٢- تسرب هواء فى خط الشفط .
- ٣- رفع الشفط عال جداً .
- ٤- انسداد المضخة بهواء محصور (قفل هوائى) .
- ٥- انسداد المضخة ببخار (غاز) ، وهى الحالة التى تتعرض فيها السوائل الساخنة إلى ضغط تفريغى .
- ٦- تآكل أو هرب فى المضخة ، بحيث يؤدي إلى زيادة كبيرة فى الخلوصات.
- ٧- خط الشفط مغلق ، أو طرف ماسورة الشفط قريب جداً من قاع الصهريج .
- ٨- مورد السائل قد أصبح فارغاً .

,

الباب الخامس

المضخات الطاردة المركزية

نستعرض في هذا الباب نظرية عمل المضخات الطاردة المركزية وأنواع قراياتها ومراعاة اتزانها الإيدرولى ومحامل (كراس) الدفع الخاصة بها .

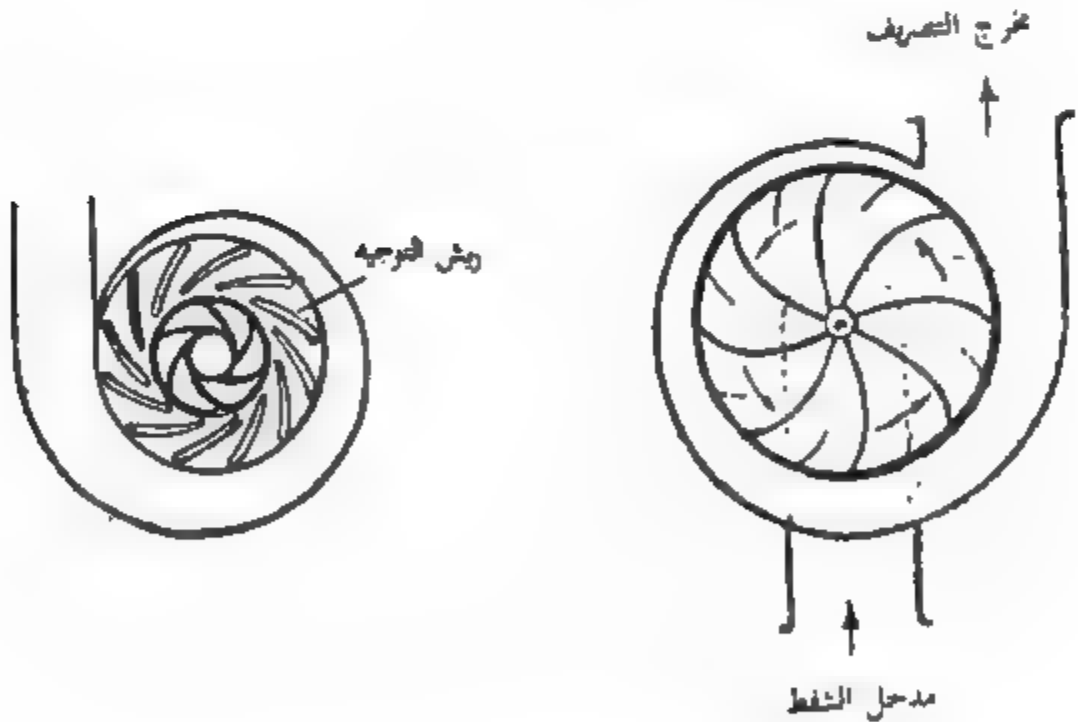
كذلك نوضح المنحنيات الخصائصية التى تبين أداء المضخة وعلاقات القدرة بالتدفق والعلو (الرأسى) ، كما نبين أحوال تشغيل المضخات الطاردة على التوازى أو على التوالي وتأثير ذلك على خصائص محطات الضخ ، ونوضح الفروق بين الأنواع الرئيسية من المضخات الطاردة ، كما نولى مضخات الآبار العميقة اهتماما خاصا لشيوع استخدامها فى الوقت الحاضر .

وأخيراً نستعرض أسلوب تتبع الخلل والأعطال وطريقة علاجها .

٥ - ١ نظرية المضخة المركزية :

يبين شكل (٥-١) توضيحا لنظرية الضخ بواسطة المضخة المركزية، ويراعى أن وظيفة الدفاعة هي أن تزود الماء بطاقة السرعة (العلو) ، كما يلاحظ أن القراب يشبه القوقعة بمعنى أن معرات المياه تكون في البدء ضيقة وتتسع تدريجيا كلما امتدت حول المحيط، ونجد أن وظيفة هذا القراب هو نقل طاقة علو السرعة إلى رأس (علو) ضغط .

ويراعى أن الرأسى (العلو) الناشئ من المضخة ينتج كلية نتيجة السرعة الممنوحة للماء وليس نتيجة التصادم أو الإزاحة، ولذا نرى أن الرأس (العلو) الناشئ من فعل المضخة المركزية يعتمد كلية على سرعة المضخة، ويمكننا أن نتخيل تأثير السرعة الممنوحة للماء بواسطة الدفاعة ، وكذلك يمكننا تصور العلاقة بين سرعة المضخة والرأس (العلو) الناشئ بدراسة فعل سقوط المياه من علو .



شكل ٥ - ١ : تخطيط لفكرة عمل المضخة

فعندما تسقط نقطة ماء كبيرة من سطح مبنى ارتفاعه ٣٠ مترا مثلا، فلا بد أن تتزايد سرعتها أثناء السقوط إلى أن ترتطم بالأرض ويمكن التعبير عن سرعتها حينئذ بالمعادلة :

$$ع^2 = ٢ ج س$$

حيث ج = عجلة الجاذبية الأرضية وتساوى ٩,٨١ م/ث^٢

س = الرأس (العلو) أو الارتفاع الذى سقطت منه المياه .

حيث وأننا افترضنا أن س = ٣٠ متراً .

$$ع = \sqrt{٢ \times ٩,٨١ \times ٣٠} = ٢٤,٣ \text{ مترا فى الثانية}$$

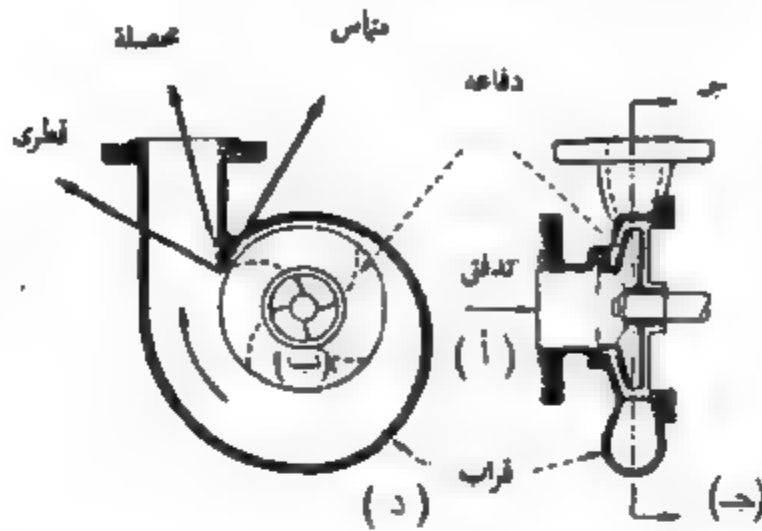
أى أن نقطة الماء ستكون متحركة بسرعة ٢٤,٣ م/ث عندما تصطدم بالأرض. ولكى نعيدها إلى موضعها الأصلي فلا بد أن تعطى نفس السرعة من عند سطح الأرض، ويراعى أن عمل المضخة المركبة هو أن تدفع (تقذف) تيارا مستمرا من نقط الماء بحيث نعطىها سرعة مساوية لما يمكن أن تحققه هذه النقط عندما تهبط من الارتفاع المرغوب توصيلها إليه ، أى الرأس (العلو) الذى تعمل ضده المضخة .

وعلى ذلك فإذا كانت سرعة محيط الدفاعة تساوى ٢٤,٣ م/ث فسوف تقوم المضخة بتصريف الماء حتى رأس (علو) مقداره ٣٠ مترا ، هذا اذا تناظر تماما اتجاه سرعة الماء مع سرعة الدفاعة وأن يكون القراب (الغلاف الخارجى) قادرا على تحويل كل سرعة الماء إلى ضغط (رأس) أو علو .

ولما كان هناك اختلافا بين اتجاهى السرعتين (سرعة الدفاعة وسرعة الماء)، وحيث أنه لا يمكن عمليا أن يتناظر التحويل فإنه يلزمنا سرعة محيطية مقدارها ٢٧ متر/ث تقريبا، بزيادة حوالى ٢,٧ م/ث حتى يمكن تحقيق فعل الضخ إلى علو ٣٠ مترا، وحيث أن :

$$ع^2 = ٢ ج س \quad \text{أى أن} \quad (ع^2) = ٨ ج س$$

لذا نلاحظ أن علو المضخة المركزية سوف يتزايد إلى أربعة أمثال
العلو الرأسى الأصلى اذا زادت سرعة الدفاعة إلى الضعف ، أى أن العلو
(الرأسى) ينبغى أن يتناسب مع مربع سرعة الدفّاع .



شكل ٢ - ٥ : مضخة مركزية أحادية المرحلة بشفط مفرد

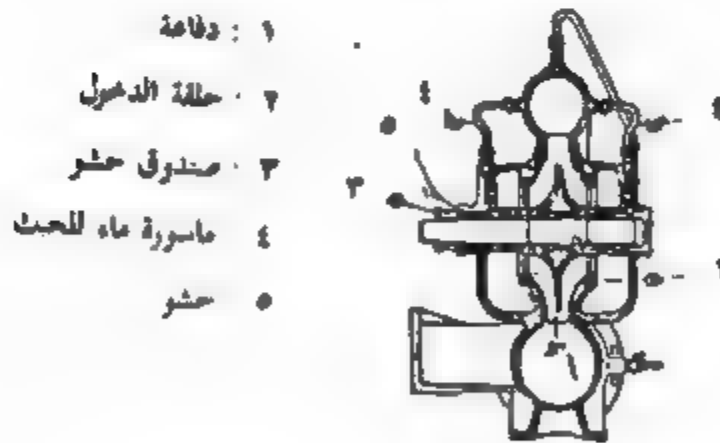
ومن الممكن اعتبار الخسائر فى المضخة المركزية عند دراسة فعل
الضخ الفعلى، ويبين شكل (٢-٥) مضخة مركزية لها قراب قوقعى
ومفردة المرحلة ودفاعة ذات سحب مفرد، ونجد أن الماء يدخل فتحة السحب
(أ) ثم يتم دورانه بواسطة الريش (ب) حيث يتم قذفه بسرعة مرتفعة عند
(ج) وينبغى أن تكون معمرات الدفاعة والريش متناسبة مع بعضها مع
يسر الانحناءات، كذلك يجب أن تكون الجدران ناعمة (ملساء) لتتجنب
الخسائر الشديدة الناتجة من الاضطراب (التدويم) والاحتكاك فى الدفاعة ،
وتكون السرعة عند (ج) حوالى ٢٧ متر/ث كما سبقت الإشارة اليه اذا
كان رأسى (علو) المضخة هو ٣٠ متراً، ويلاحظ أن تلك السرعة (٢٧
م/ث) وهى أكثر من كيلو متر/دقيقة لابد من تقليلها خلال القرب
القوقعى (د) إلى سرعة ابطأ بكثير (حوالى العشر) وذلك أثناء وقت
وصول المياه إلى فتحة خط التصريف .

ويكون هذا التقليل فى السرعة أو الإبطاء تدريجياً وبأقل فقدان
ناشئ عن الاصطدام اذا كنا نرغب فى الحصول على جودة (كفاية) عالية.

ولذا ينبغي أن يكون السطح الداخلى للقراب أملسا وناعما ، وكذا تتزايد مساحة مقطعه تدريجيا حتى تسمح للماء أن يفقد بالتدريج سرعته . يلاحظ فى الشكل وجود حلقات تلبس ، وفائدتها هى جودة الحبك لتقليل تسريب الماء الموجود تحت الضغط فى القراب الى العودة لمنطقة الضغط المنخفض جهة الضغط إلى أقل ما يمكن .

ويستخدم الاتزان الايدرولى لمعادلة المساحة غير المتزنة من الدفع الطرفى الناتج من تأثير الدفاعة بدلا من محمل الدفع (كرسى) أو بالإضافة له .

ويراعى أن محمل الدفع يكون فى اتجاه جانب الضغط ، والمعروف نظريا أن الدفاعات مزدوجة الضغط ستكون فى اتزان ايدرولى تام ، شكل (٥ - ٣) ولكن الواقع هو وجود دفع طرفى بسبب عدم تعادل المصبوبات ويستخدم أحيانا الاتزان الايدرولى للاحتفاظ بالدفاعة المزدوجة الضغط متمركزة فى القراب ، ولكن عادة ما يستخدم محمل الدفع كاحتياط أمان ضد الدفع الطرفى الذى ربما ينشأ من نقص التماثل فى الدفاعة أو نتيجة لاضطراب فى تنفق المياه فى خط الضغط أو هلى غير متساو فى حلقات التلبس أو انسداد فى إحدى جانبي الدفاعة .



شكل ٥ - ٣ : مضخة مركزية أحادية المرحلة بضغط مزدوج

كذلك فإننا إذا اعتمدنا على التوازن الأيدرولى وحده للاحتفاظ
بمركز الدفاعة فقد يقع على المضخة خطر كبير وتلفيات مزعجة إذا تمت
اندارتها وهى خالية من السائل

وتكون الدفاعة المدارة مغلقة بغطاء (طبقة) من الماء يدور مع الدفاعة
وتكون جسيمات تلك الطبقة المتاخمة والتي تتحرك بسرعة متلامسة مع
بقية جسيمات الماء الموجودة فى القراب والتي تنساب بحركة أبطأ فى تلك
الطبقة، ويعرف الجر أو السحل الناشئ بين الجسيمات الموجودة فى القراب،
والجسيمات الدائرة مع الدفاعة باسم احتكاك القرص .

كما سبق يمكن أن نصف المفقودات فى المضخة إلى ثلاثة أصناف :

١- فقدان أيدرولى لو ذلك الذى يمت بحسلة إلى تدفق السائل خلال المضخة.
٢- فقدان التسريب (التفويت) الناشئ من خلال الخلوصات الصغيرة
واللازمة بين الدفاعة والقراب .

٣- مفقودات ميكانيكية .

ويمكن تقسيم المفقودات الأيدرولية كما يلى :

١- مفقودات احتكاك وتكون سببها المقاومة الناشئة عند مرور الماء فى
الدفاعة وفى القراب .

٢- مفقودات اصطدام وهى الناشئة عند التغيير المفاجئ فى سرعة الماء عند
تركه الدفاعة ودخوله فى القراب .

كذلك يمكن تقسيم المفقودات الميكانيكية إلى :

١- احتكاك المحامل (الكراسى) .

٢- احتكاك القرص (احتكاك جزئيات ماء الدفاعة والقراب) .

فإذا جمعنا مختلف المفقودات وطرحناها من العمود الرأسى (العلو)

النظري (س) يكون العلو الفعلى هو :

س - (مفقودات أيدرولية + مفقودات تسريب + مفقودات

ميكانيكية) .

٥-٢ : أنواع القرايات :

يراعى أن أهم طرازات القرايات للمضخة المركزية هي :

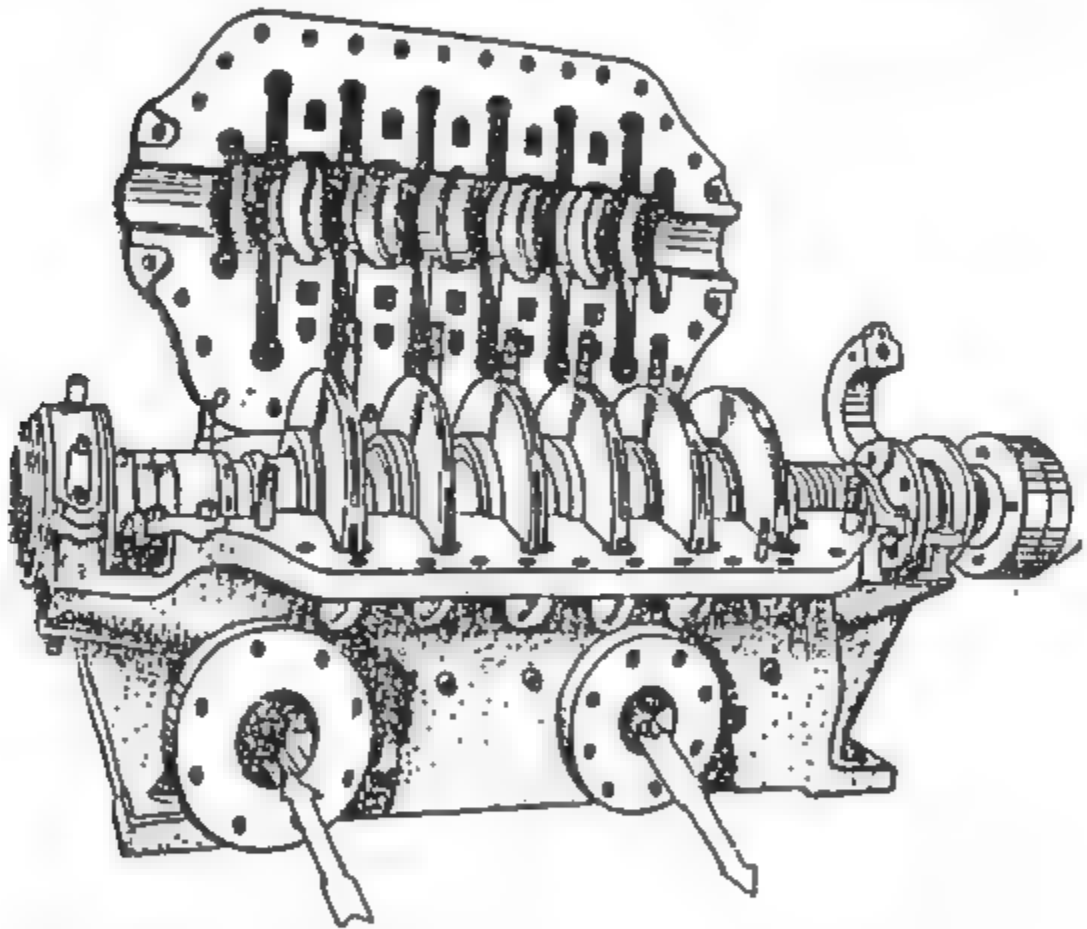
أولاً : القراب ذو الشفط (السحب) المفرد :

ويبين شكل (٥ - ٢) طرازاً لمضخة ذات القراب بالشفط المفرد وتكون قوقعة القراب وفتحة التصريف مصبوبتين في جسم واحد، كما يجوز أيضاً أن يكون أحد أوجه القراب، «الغطاء» الخلفى أو الأمامى مصبوباً مع الجسم أو أن تكون هذه الأوجه مربوطة مع الجسم عن طريق مسامير الرباط «جوايط» ويغلق القراب بواسطة قرص أو قرصين تغطيتهم على كل من الجانبين، ويلاحظ أن متحة الشفط تكون في الناحية المضادة لمحرك التدوير وهي إما أن تكون جزءاً متكاملًا مع القراب أو على هيئة قرص تغطية بجانب الشفط من القراب، شكل (٥ - ٢)، ونجد أنه من الممكن تدوير القراب بالنسبة لكتيفة تحميله بحيث يناسب مختلف أوضاع ماسورة التصريف. كما أنه يمكن أن تكون هذه الأغشية ذات قطر متسع يكفي لمرور جميع الأجزاء الدوارة مجتمعة والموجودة داخل القراب وتشمل عمود المضخة وجلب العمود كذا جلب المبادعة إن وجدت كذا الدفاعة وجميع الأجزاء الدوارة، وذلك عند خلوعها للكشف أو الصيانة وذلك دون فك بداية الطرد أو كتائف القراب أو فك الموتور الكهربى، وبحيث لا يعترضه عند الخلع أو السحب ضيق الحيز بين قرصى التغطية في جانب الشفط وماسورة الشفط. ويراعى أن القرايات في المضخات الرأسية ذات الشفط المفرد تكون مقواة وبها اضلاع كثيرة حتى تتلافى التشوه نتيجة للمضغط إذ يؤثر ذلك على استقامة المحامل ودقة خلوصات التشغيل في حلقات التلبيس، ويراعى في القرايات الكبيرة أنها تعمل للانفراج ، (كما تحدث لحدوة الحصان عند جذب طرفيها) وذلك تحت تأثير دخول الماء تحت ضغط، ويجب أن تحدد المواصفات المطلوبة عند الشراء أو الصيانة أن

يحتمل هذا القراب ضغطاً أزيد من ضغط التشغيل بمقدار الثلث وكذلك أن تكون ذات منانة مناسبة لتحميلها أثناء التركيبات .

ثانيا : القراب المشقوق أفقيا :

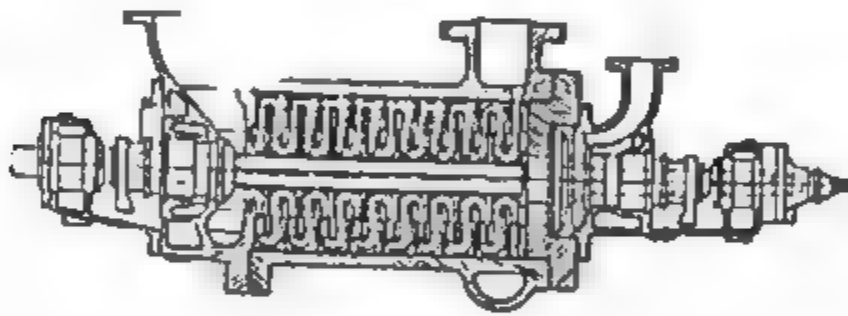
يبين لنا شكل (٥ - ٤) مضخة قرابها مشقوق أفقيا، يلاحظ بها أن كلا من فتحتى الشفط والتصريف في النصف السفلى، ويجرى الكشف عليها ببساطة وذلك عن طريق خلع النصف العلوى ورفع الأجزاء الدوارة دون أعتراض الفتحات أو المواسير أو جسم المضخة، وينتشر هذا الطراز عموما بين أنواع المضخات مزودة الشفط أو متعددة المراحل .



شكل ٤ . ٥ : مضخة مركزية متعددة المراحل والقراب مشقوقة أفقيا

ثالثا : القراب طراز البرميل :

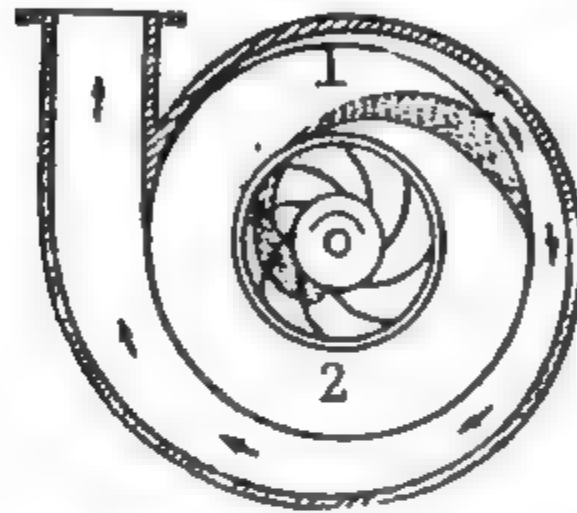
يبين شكل (٥ - ٥) مقطعا لمضخة مركزية عالية الضغط قرابها من طراز البرميل وهي مصممة لتداول زيوت مرتفعة درجة الحرارة، وعمليات تقطير البترول، ذات المراحل المتعددة، وكثيرا ما يستخدم هذا الطراز للمضخات، ونجد فيه القراب عبارة عن برميل أسطوانى من الفولاذ وسمكه كبير، بينما تكون معرات انساثل بين المراحل المتعددة عن طريق مجرى الحلقات المجمعة بالأسطوانة، وتكون فتحات الشفط والتصريف أعلى الأسطوانة فى طرفين متعاكسين، ومن الممكن أن يكون بالقراب دثار الماء التبريد اذا كانت المضخة تقوم بتداول سوائل ساخنة. وقد يكون القراب مزودا لحماية عامل التشغيل عند تداول كيماويات مركزة «قوية»، ومن أمثلة ذلك نجد مضخة مزودة القراب تستخدم لمداولة الصودا الكاوية ، ويكون لها قراب داخلى من النيكل الخالص وقراب خارجى من الحديد الزهر.



شكل ٥ . ٥ : مضخة مركزية والقراب طراز البرميل

وكانت المضخات الطاردة المركزية فى أوائل تصميمها ذات قراب تصريف دائرى وثابت المقطع ولكز سرعان ما استخدمت القرايات القوقعية وكانت التصميمات القديمة تستخدم ناشرة بين الدفاعة والقراب، ومازال هذا النوع من التصميم مستخدما فى أوروبا، شكل (٥ - ٦) بينما نجد أنه بالإمكان الحصول على كفاءة (جودة) عالية للعلوات الرأسية المرتفعة بتصميم متقن للقوقعة دون استخدام الناشرات .

ويمكن تصنيع المضخة وبها القراب من الزجاج صنف (بايريكس) ،
وهى مقاومة للحرارة والصدأ والأحماض ، وقد كانت حلا موقفا لمشكلة
ضخ الأحماض المسببة للصدأ أو السوائل الكيماوية بكميات تجارية ،
ويراعى أن مثل تلك السوائل تتلف معدن المضخة بالإضافة إلى أنها تمتص
شوائب الصدأ من المعدن ، وبذلك قد تتغير النواتج بالتفاعل الكيماوى ،
وتلاحظ أن الدفاعة والقراب مقاومين للحرارة ولا تتأثر بدرجة حرارة تصل
إلى 75°C (م) فى التصميم القياسى ، وإلى 100°C (م) فى التصميمات الخاصة .



١- ماء مطلق

٢- غرفة حلزونية

شكل ٥ - ٦ : مضخة ثنائية المرحلة بحلقه ناشرة (حارفة)

ونجد أن القراب الزجاجى شفاف تماما ويمكن مراقبة النظافة
الداخلية كما يمكن التحقق من خلال القراب عن الرواسب وغيرها من
الأقذار أثناء تشغيل المضخة .

ويمكن فك المضخة للتنظيف فى دقائق معدودة وتجمع الأجزاء
الزجاجية مع بعضها بكتائف حديد زهر ومبيت بلوح تغطية بحيث تكون
مطلية بمادة مقاومة للأحماض المتداولة وتكون تلك الأجزاء الزهر مربوطة
مع بعضها حول القراب الزجاجى بضغط نابض (ياى) وقبل أن ينشأ
ضغط عال خطير يسبب كسر القراب فإن هذا الضغط العالى سوف يتم
التخلص منه بواسطة فتح القراب ضد ضغط النابض ليسمح ببعض
التسرب ، ويتم خروج التسريب من خلال مصفاه القراب .

٥ - ٢ الاتزان الأيدرولى ومعايل الدفع :

يقع دفع طرفى على كافة المضخات المركزية، ولا بد من العمل على ملاقاته إما بوسائل دفع ميكانيكية أو أيدرولية حتى تحقق تمرکز الدفاع داخل القراب، ونجد أن الدفع الطرفى فى مضخة مركزية مفردة الشفط هو محصلة قوتين ناشئتين من الدفاعة، ويقع خط عملها فى اتجاهات مضادة خلال العمود، وتحليل هاتين القوتين المتضادتين كما يلى :

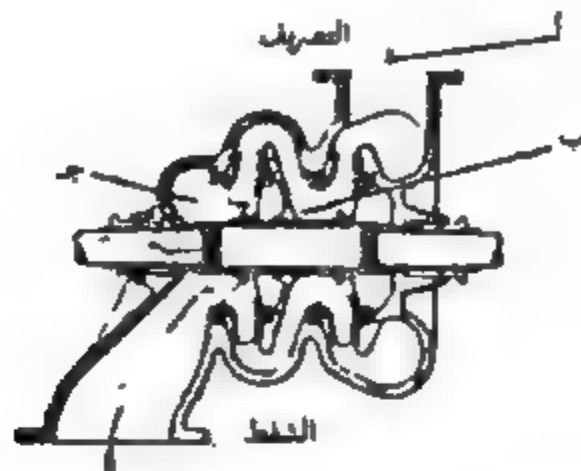
١- رد الفعل الناشئ من تغيير اتجاه الماء فى الدفاعة ، اذ يكون دخول الماء فى الدفاعة محوريا أى موازيا لمحور الدفاعة ، بينما يتركها فى اتجاه القطر أى عمودى على محيط الدفاعة، وينشأ عن تغيير اتجاه الماء دفعا موازيا للعمود فى اتجاه عكسى لاتجاه فتحة الشفط .

٢- الدفع الناشئ من التغيير فى الضغط على اكتاف (الغطية) الريش لأن الماء بعد أن يخرج من الدفاعة يكون تحت ضغط ويحاول أن يتسرب من خلال فراغات الخلووص بين الدفاعة والقراب، ونجد أن الكتف (الغطاء) الخلفى لريش الدفاعة يمثل مساحة أكبر يقوم ضغط التصريف بالتأثير عليها أكثر مما هو الحال على الكتف (الغطاء) الأسمى للريش، شكل (٥ - ٢) ، وعلى ذلك نجد أن الدفع الناشئ تبعا لذلك يؤثر خلال عمود الدوران وفى اتجاه فتحة الشفط .

ويلاحظ أن الدفع فى الحالة الأولى صغير بالنسبة للدفع فى الحالة الثانية بحيث تصبح محصلة الدفع فى اتجاه فتحة الشفط، ولكن نلاحظ الدفع الطرفى الناشئ، ميكانيكيا أو أيدروليا، فلا بد أن يصاحب ذلك فقدان للقدرة، وفى الحالة الأيدرولية يكون من تأثير تسرب الماء، وفى الحالة الميكانيكية يكون من تأثير الاحتكاك فى المحامل (الكراسى) .

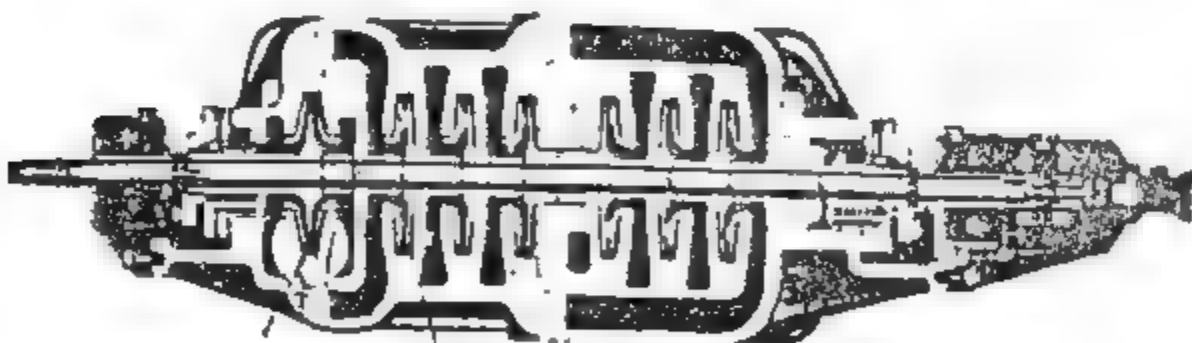
ويبين لنا شكل (٥ - ٧) اتزان أيدرولى جزئى عن طريق استخدام حلقات تلبيس إضافية (ب) ويلاحظ أن حلقات التلبيس من أمام ومن خلف

الدفاعة تكون بنفس القطر، ويكون التسريب من خلال الحلقات الامامية مباشرة إلى غرفة الشفط بينما يمر التسريب من خلال الحلقات الخلفية خلال الفتحات (جـ) إلى عين الدفاعة .



شكل ٧ . ٥ : حلقات تبليس اضافية لملاقاة الدفع

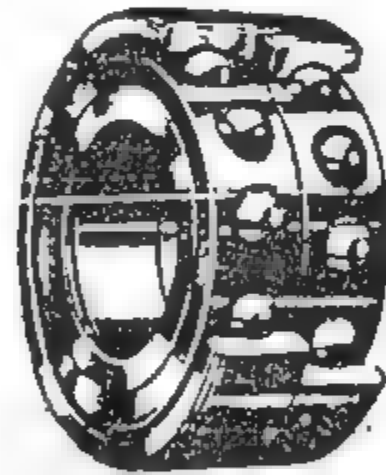
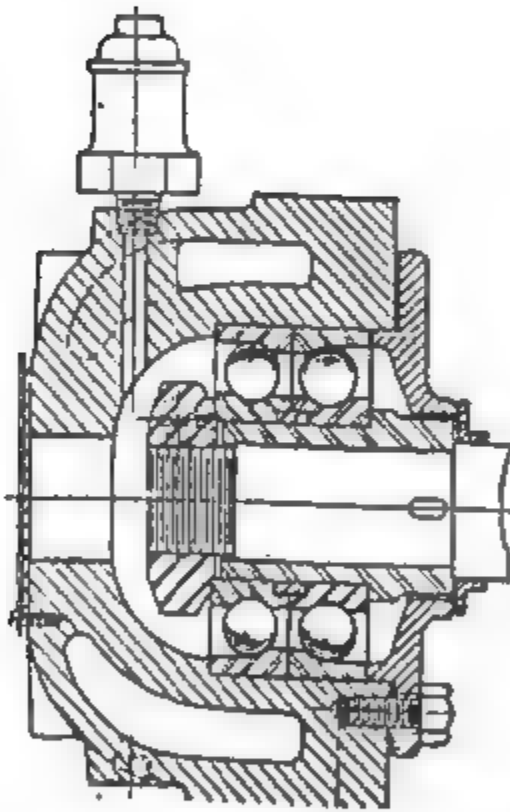
ومن الملاحظ أن الضغط الناشئ على جانبي الدفاعة غير متساوي اطلاقاً نظراً لأن الضغط الموجود عند فتحة الشفط غير متساوي للضغط الموجود عند الفتحات (جـ) والموجودة على الكتف (الغطاء) الخلفي للدفاعة، ولذا فإنه دائماً ما يتم تزويد بكرسي دفع اضافي ويزيادة قطر حلقات التبليس (ب) فإن ذلك يساعدنا في تقليل المساحة غير المتزنة .



شكل ٨ . ٥ : مضخة مركزية بسبع مراحل ومداخل الدفاعات مرتبة لملاقاة الدفع

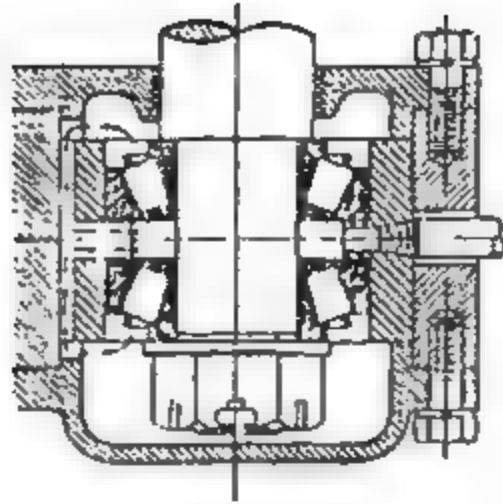
شكل (٥ - ٢)، ولكن نظرا لأن الخلوص يتزايد مع الاستعمال، وبذلك يتزايد في اتجاه فتحة الشفط تدريجيا، ولا بد أن تتم معادلة هذا الدفع عنئذ بواسطة محمل (كرسى) الدفع .

ومن أهم طرق الاتزان الهيدرولى الطبيعي ما هو مبين فى شكل (٨-٥)، ويستخدم دفايات مزودة بالشفط أو تستخدم عددا متساويا من الدفايات مفردة الشفط ظهرا الى ظهر، ومهما كانت وسائل الاتزان الهيدرولى فإن الطرق الميكانيكية أو استخدام كراسى الدفع يكون ضروريا فى كافة المضخات، وتبين لنا الاشكال (٥ - ١١، ١٢) أنواعا مختلفة من المحامل الشائعة الاستخدام فى الوحدات الهامة .



شكل (٥ - ١٠) : محمل كروى

شكل ٥ - ١١ : قطاع فى محمل كروى لكرسى الدفع



شكل ٥ - ١٢ : محل طراز البلحات لكبرى الدفع

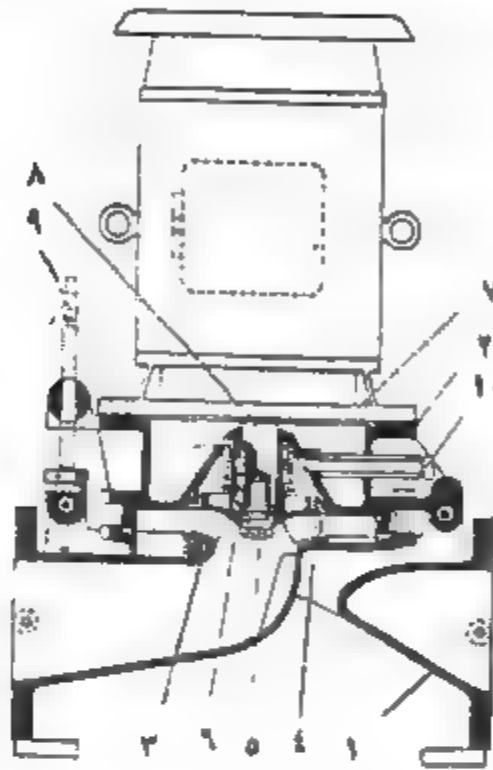
٥ = ٤ طرازات المضخات المركزية (بالتدفق القطري) :

تستخدم المضخات المركزية (الطاردة) فى مختلف المنظومات، مثل التبريد بالماء العذب أو بماء البحر، والصابورة والجمرة، ومضخات البترول والحريق والخدمة العامة .

ويبين الشكل ٥ - ١٢ مضخة مناسبة لخدمات الأغراض العامة، ولها سعة (معدل تصريف) قدره ٤٢٥ متر مكعب فى الساعة عند ضغط ٥,٤ بار (٥٤ م ارتفاع ماء)، ويراعى أن الدفاعة من طراز مفرد الدخول، ويتم ترتيب عين الدفاعة لأعلى، وهى بذلك مع خط السحب المرفوع تؤكد استنزافاً سديداً للهواء أو الغاز، وتمنع احتمال الانسداد البخارى للمضخة.

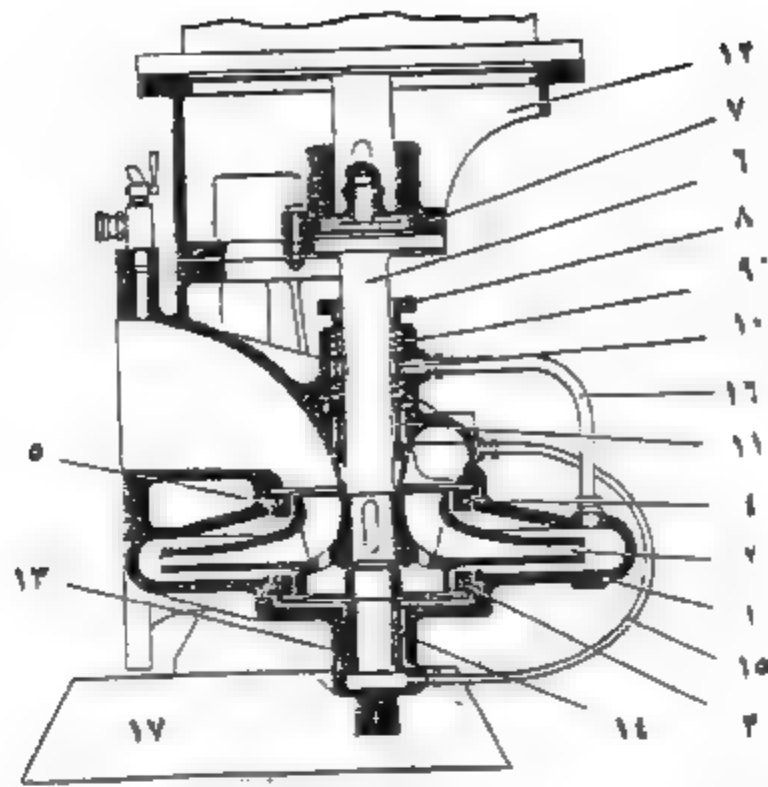
ويراعى أن القراب مشقوق رأسياً، بحيث يسمح باختبار الأجزاء الدورانية أو خلعها بدون التدخل مع أى وصلات للمواسير أو موتور الإدارة، وتوضع أفرع السحب والتصريف على النصف الخلفى من القراب، كما تزود بحلقات فى القراب تمنع التسريب (التفويت) ثانية إلى جانب السحب، وتوضع فى ممرات (مجارى) خاصة داخل تجويف القراب وتثبت فى موضعها بواسطة مسامير تثبيت .

ويزود صندوق الحشو بحلقات مصبوبة نصف معدنية، وتزود بحابك ماء من قوقعة المضخة إلى حلقة مستديرة في صندوق الحشو، كما يمكن تبديلياً أن يكون صندوق الحشو من النوع اللين والشحم أو حوابك ميكانيكية .



- | | |
|-------------------------|---------------------------------|
| ١- قراب المضخة | ٢- غطاء القراب |
| ٣- دفاعة (مروحة) | ٤- حلقة القراب (غويشة) |
| ٥- قلاووظ إحكام الدفاعة | ٦- رفايلت (لينات) |
| ٧- حابك ميكانيكى | ٨- عمود الموتور والمضخة المشترك |
| ٩- مسمار رفع | ١٠- خابور إعتاق الهواء |

شكل ١٣. • مضخة مركزية بمدخل مفرد

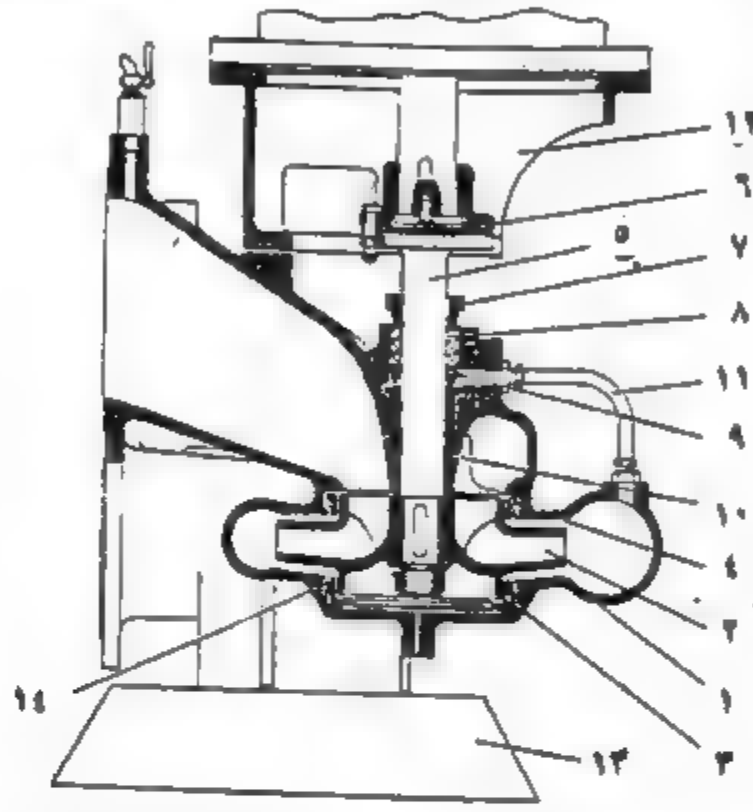


- | | | |
|--------------------------------|------------------|--------------------|
| ١- قراب المضخة وغطائها | ٢- دفاعة (مروحة) | ٣- حلقة قراب سفلية |
| ٤- حلقة قراب علوية | ٥- مسامير تثبيت | ٦- عمود للمضخة |
| ٧- قارئة | ٨- صندوق الحشو | ٩- حشو |
| ١٠- حلقة | ١١- جلبه الحلق | ١٢- أريكة الموتود |
| ١٣- مبيت جلبه القاعدة | ١٤- دثار الجلبه | |
| ١٥- ماسورة مياه للجلبه السفلية | | |
| ١٦- ماسورة مياه للجلبه العلوية | ١٧- قاعدة للمضخة | |

شكل ٥ - ١٤ : مضخة مركزية مرتفعة الضغط بمدخل مفرد

ويبين الشكل ٥ - ١٤ مضخة مفردة المدخل تستخدم في التطبيقات التي تحتاج إلى ضغط طرد مرتفع نسبياً، وهي مناسبة لكمية تصريف حتى ٤١٠ م^٣/الساعة بضغط طرد يبلغ ٩,٥ بار (٩٥ م عمود ماء)، وهي تشبه إلى حد كبير المضخة السابقة ٥ - ١٣، حيث يكون القراب مشقوقاً رأسياً وتكون وصلات الشفط (السحب) والطرد (التصريف) موضوعة في النصف الخلفي من القراب، ويراعى في هذا الطراز أن قطر الدفاعة أكبر، ومركب لها جلبه توجيه (تحديد مسار).

ويتم تزليق الجلبة بواسطة الماء المضخوخ خلال وصلة ماسورة تقوم بمداولة الماء خلال الجلبة لتعيده إلى مدخل الدفاعة، وتقوم الثقوب القريبة من صرة الدفاعة بتوصيل الفراغ الدائري فوق مبيت الجلبة بغرفة الشفط، ونجد أن الجلبة بها غلاف من معدن المدافع ببطانة (كرسى) من معدن مناسب، وتستخدم في هذا الطراز مشابهة للتنظيم السابق إيضاحه.



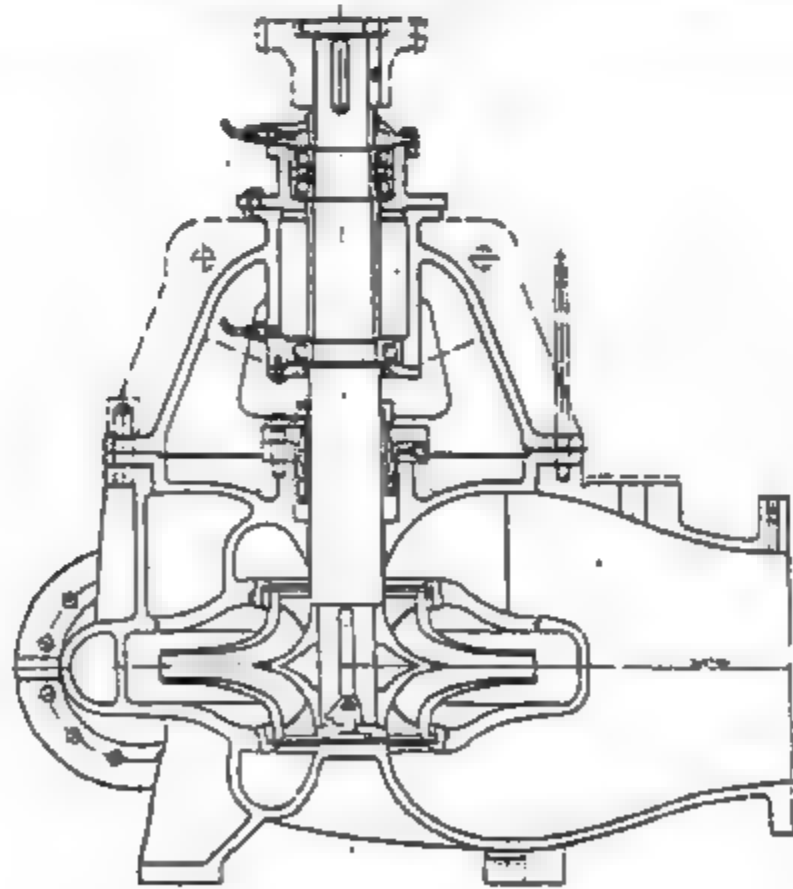
- | | |
|---|----------------------------|
| ١- قراب المضخة وغطائه | ٢- دفاعة (مروحة) |
| ٣- حلقة القراب (غويشة) سفلية | ٤- حلقة قراب (غويشة) علوية |
| ٥- عمود المضخة | ٦- قارورة (نصف الموتور) |
| ٧- جلبة (للحشو) | ٨- حشو |
| ٩- حلقة خلع (مشقوقة) | ١٠- جلبة عنق |
| ١١- ماسورة ماء الخدمة إلى صندوق للتوريد | ١٢- لريكة الموتور |
| ١٣- مسامير تثبيت | ١٤- قدم المضخة (القاعده) |

شكل ١٥ - ٥ : مضخة مركزية كبيرة السعة بمدخل مفرد

ويبين الشكل ٥ - ١٥ تصميمات مختلفة من طراز مضخات المدخل المفرد، وتتميز بالدفاع من الطراز المفتوح لتدور في القوقعة الدائرية للقرباب، ويتم ضبط الخلوص بين الدفاعة وقرباب المضخة بوضع شرائح بين عمود الدفاعة وعمود الموتور الكهربى (القارئة)، ويشكل غطاء القرباب مبيتاً للحامل الميكانيكى على عمود دوران المضخة، كما يستخدم أيضاً لحمل الموتور المقرون بها مباشرة، حتى تكون وحدة متضامة (صغيرة الحجم).

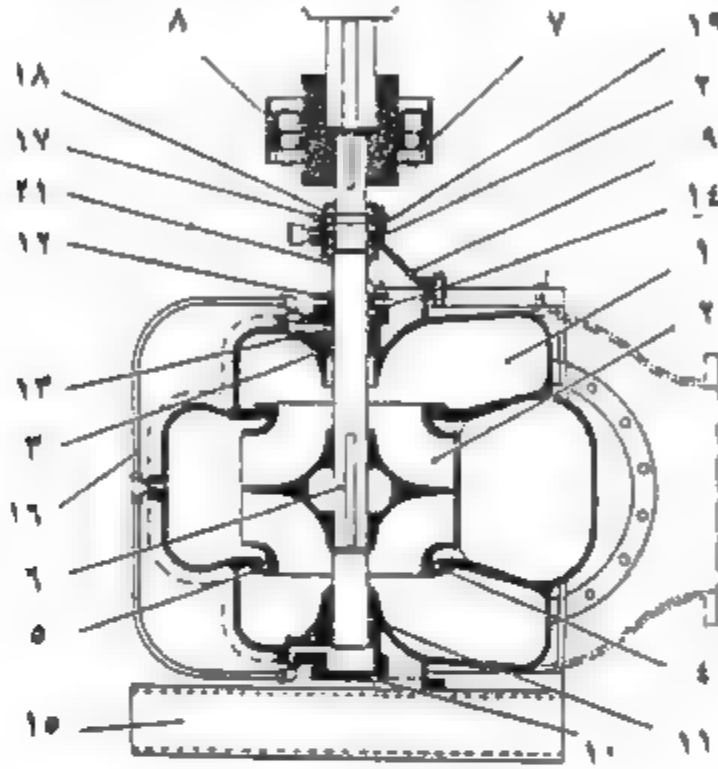
ويراعى أن وصلتى الشفط والطرء للمضخة لهما نفس القطر، مما يسهل تركيبها على خطوط المواسير الممتدة، ويستخدم هذا الطراز للأغراض المدنية والمنزلية لمياه الشرب أو المياه الصحية، وتصل سعتها (كمية التصريف) إلى ٢٦٠ م^٣/الساعة وبضغوط تصل إلى ٩,١ بار (٩١ متر ماء مكافئ).

ويتم تركيب مفصلة فى بعض الطرازات بين القرباب وغطائه، بحيث يمكن أن ترفع مجموعة غطاء القرباب بأكملها لتظهر الأجزاء الداخلية للمضخة عند الرغبة فى معاينتها أو صيانتها أو إصلاحها (شكل ١-٢٢).



شكل ٥ - ١٦ : مضخة مركزية بشفط مزدوج

ويوضح الشكل ٥ - ١٦ مضخة منخفضة الضغط (الطرد) مع ارتفاع السعة (كمية التصريف)، وتناسب تطبيقات تبريد وتكثيف المياه، ومكافحة الحريق، ولحواض بناء السفن، والصابورة ... الخ، وتبلغ سعتها (كمية التصريف) حتى ٥٠٠٠ م^٣/الساعة بضغط تصل إلى ٤ بار (٤٠ عمود ماء مكافئ)، ويكون موضع وصلتي الشفط والطرد في ظهر القراب



- | | | |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
| ١- غطاء قراب المضخة | ٢- بقاعة (مروحة) | ٣- جلبة عنق |
| ٤- حلقات (غوايش) القراب | ٥- مسامير دلايل | ٦- عمود المضخة |
| ٧- قارورة المضخة | ٨- قارورة الموتور | ٩- كتيفة الحمل |
| ١٠- لغطاء الحمل السفلى | ١١- جلبة الحمل السفلى | ١٢- جلبة (الحشو) |
| ١٣- حلقة خلع | ١٤- حشو (الجلبة) | ١٥- قدم (قاعدة) المضخة |
| ١٦- ماسورة مياه الخدمة | ١٧- غطاء محمل النهاية | ١٨- صامولة تثبيت المحمل |
| ١٩- مبيت المحمل | ٢٠- محمل رفع | ٢١- قاذفة ماء |

شكل ٥ - ١٧ : مضخة بضاعة مائلة (بتروك) بشفط مزدوج

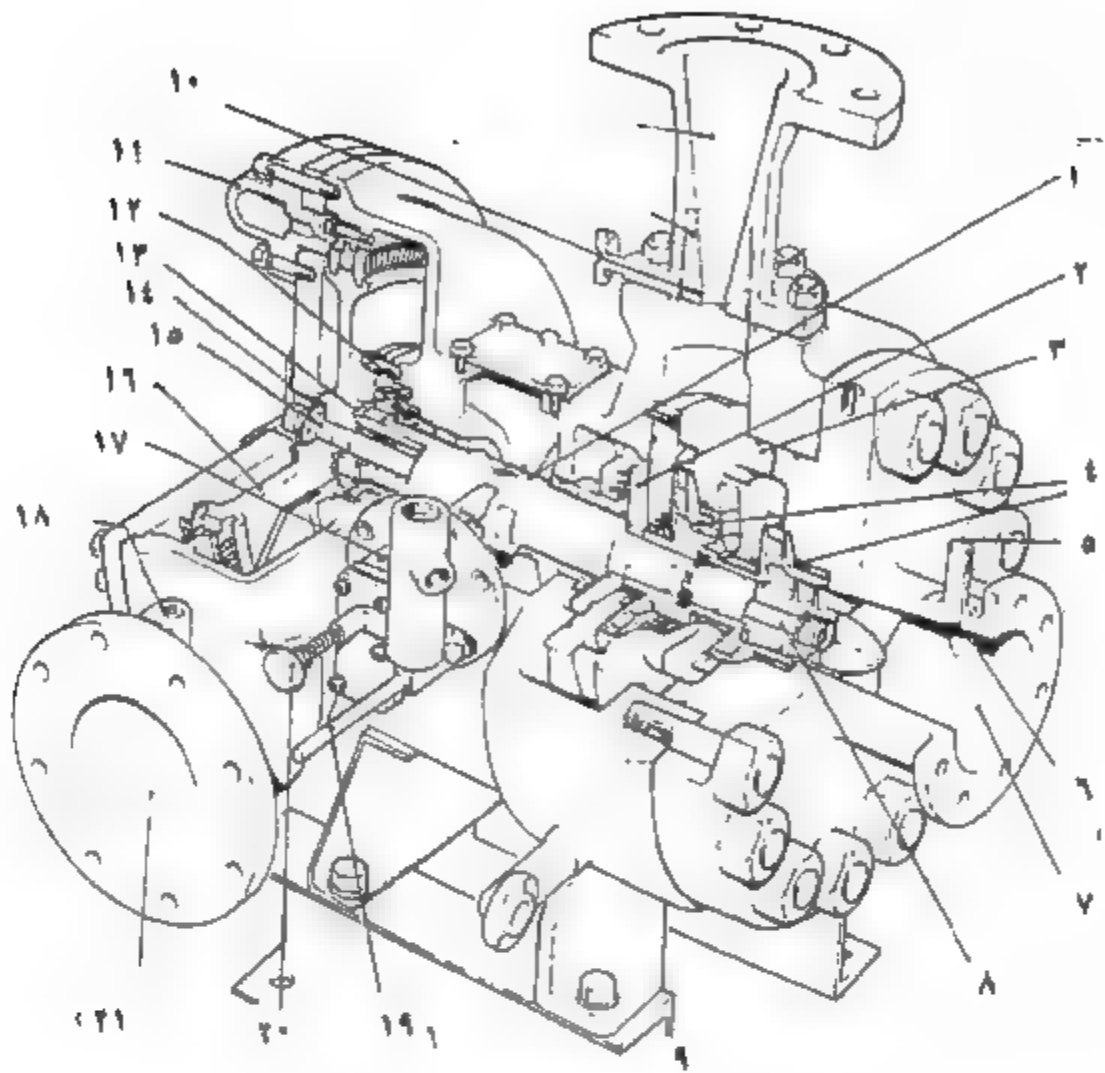
وذلك ليسمح بفق غطاء المضخة، ومعاينة الأجزاء الدوارة أو استبدالها بدون التعرض لأي مأسورة أو وصلتها، ويستخدم عمود إدارة من فولاذ لا يصدأ يدور في محملين، ويتم تبريد المحمل السفلى بالماء، بينما نجد أن المحمل العلوى خارج جسم المضخة ومن طراز البلحات (شكل ٥-١٢) بحيث يتحمل كل من أحمال الارتكاز والدفع، ويتم تزليق المحمل السفلى بالماء من توصيل بين قوقعة المضخة، أما المحمل العلوى فيتم تزليقه بالشحم.

ويبين الشكل ٥ - ١٧ تصميمًا مغايرًا لمضخة الدفاعة بمدخلين وهى من الطراز المشقوق قطريا وقربها طراز البرميل، ويتم تصميم الدفاعة معلقة بفتحتين لدخول السائل، ويتم تحميل الأجزاء الدوارة على محامل موضوعة (راكبة) فى مبيت قوى (جاسى) فوق قراب المضخة .

مضخة التغذية التربينية متعددة المراحل (وير) :

أدى التطور الناجح فى تزليق المحامل (الكراسى) بالماء أن يتم انتاج وحدة متضامة بقران مباشر بين المضخة والتربينة، كما يبينها شكل ٥-١٨.

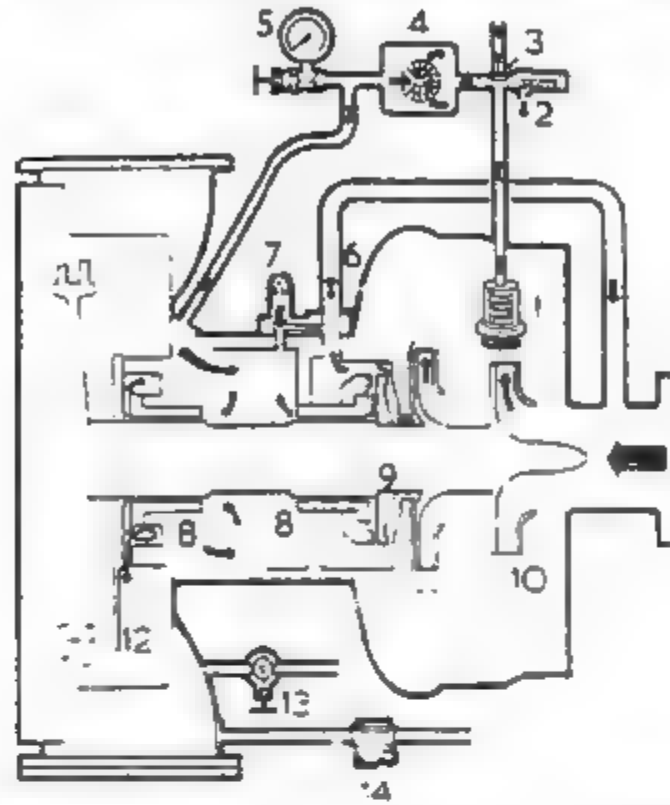
ويراعى خلال الدوران المعتاد أن فونية التهويق تسمح لماء التغذية من طرد المرحلة الأولى أن يتدفق خلال صمام غير رجاء بممرين ومصفاة إلى المحامل (الكراسى)، وتتضمن معها صمام تهوية الضغط، كما أن هناك موردا ثانويا لماء التزليق يتم تدفقه خلال الصمام غير الرجاء بالممرين من مورد خارجى مثل مضخة انتزاع ماء التكثيف، وذلك لحماية المحامل (الكراسى) من التلف خلال عمليات بدء التشغيل، والإيقاف، وأوقات الاستعداد، ويبين الشكل ٥ - ١٩ تخطيطا لمنظومة ماء التزليق .



- | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| ١- عمود | ٢- كباس توازن | ٣- قطاع حلق |
| ٤- دعامات | ٥- وصلة ضغط السحب | ٦- وصلة عائد التوازن |
| ٧- وصلة السحب | ٨- مسلوب السحب | ٩- وصلة مساعدة للطرز |
| ١٠- وصلة ضغط الحلق | ١١- صندوق الفتحة | ١٢- تجميعية صحن الاعتراض |
| ١٣- قارعة | ١٤- غطاء | ١٥- مسمار عمود التربينه |
| ١٦- عجلة التربينه | ١٧- آلية سقاطه تجاوز السرعة | ١٨- وصلة صمام |
| ١٩- ذراع رد سقاطه تجاوز السرعة | ٢٠- ذراع إسقاط لحظي | ٢١- وصلة خروج الحام |

شكل ١٨ - ٥ : مضخة التغذية التربينية متعددة المراحل

ويتم تشغيل سقاطة تجاوز السرعة بواسطة مسمار غير متوازن
محمل بدياى (تابض) ومركب على عمود الدوران بين محامل (كراسى)
الإرتكاز .



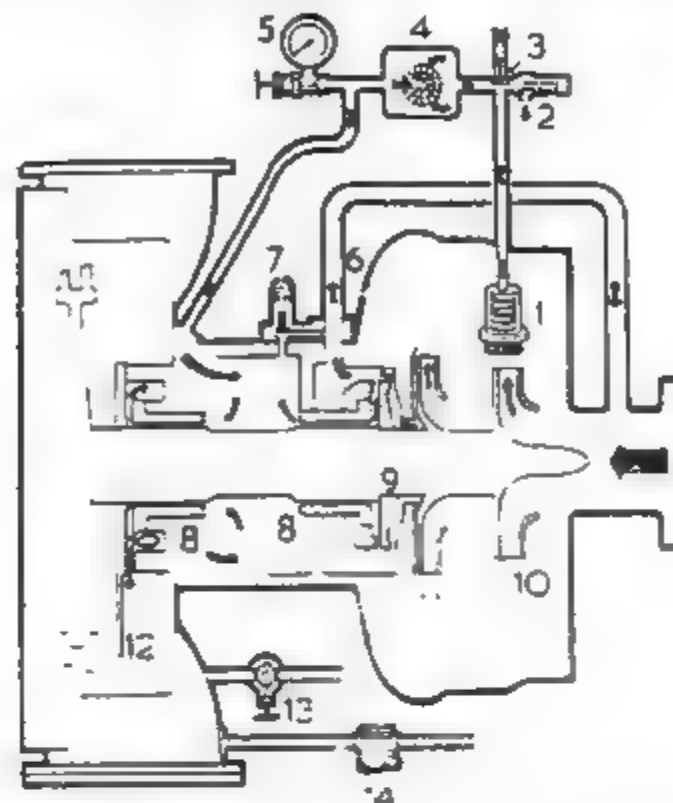
- | | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| ١- صحن التزويق | ٢- صمام نهوية |
| ٣- صمام غير رجاء له ممرين (سكتين) | ٤- مصفاة |
| ٥- مقياس ضغط | ٦- تسريب غرفة التوازن |
| ٧- صمام التحكم فى التسريب | ٨- محمل (كراسى) إرتكاز |
| ٩- كهاس التوازن | ١٠- دفاعة المرحلة الأولى |
| ١١- دفاعة المرحلة الثانية | ١٢- صحن اعتراض |
| ١٣- صمام تصفية | ١٤- مصيدة تصفية |

شكل ٥ - ١٩ : منظومة التزويق بالماء

حاكم اللفات بالضغط :

يقوم حاكم اللفات الذى يتم تشغيله عن طريق ضغط الطرد (شكل
٥ - ٢٠) ومشاركة منحنى السعة (كمية التصريف)، والضغط الناتج من
الحمل الكامل إلى اللاحمل بإعطاء المضخة خاصية الإتزان الذاتى أثناء

ويتم تشغيل سقاطة تجاوز السرعة بواسطة مسمار غير متوازن
محمل بياي (نابض) ومركب على عمود الدوران بين محامل (كراسي)
الإرتكاز .



- | | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| ١- سخون التمرير | ٢- صمام تهوية |
| ٣- صمام غير رجاء له ممرين (سكتين) | ٤- مصفاة |
| ٥- مقياس ضغط | ٦- تسريب غرفة التوازن |
| ٧- صمام التحكم في التسريب | ٨- محمل (كرسي) إرتكاز |
| ٩- كباس التوازن | ١٠- دفاعة المرحلة الأولى |
| ١١- دفاعة المرحلة الثانية | ١٢- صحن اعتراض |
| ١٣- صمام تصفية | ١٤- مصيدة تصفية |

شكل ٥ - ١٩ : منظومة التزليق بالماء

حاكم اللفات بالضغط :

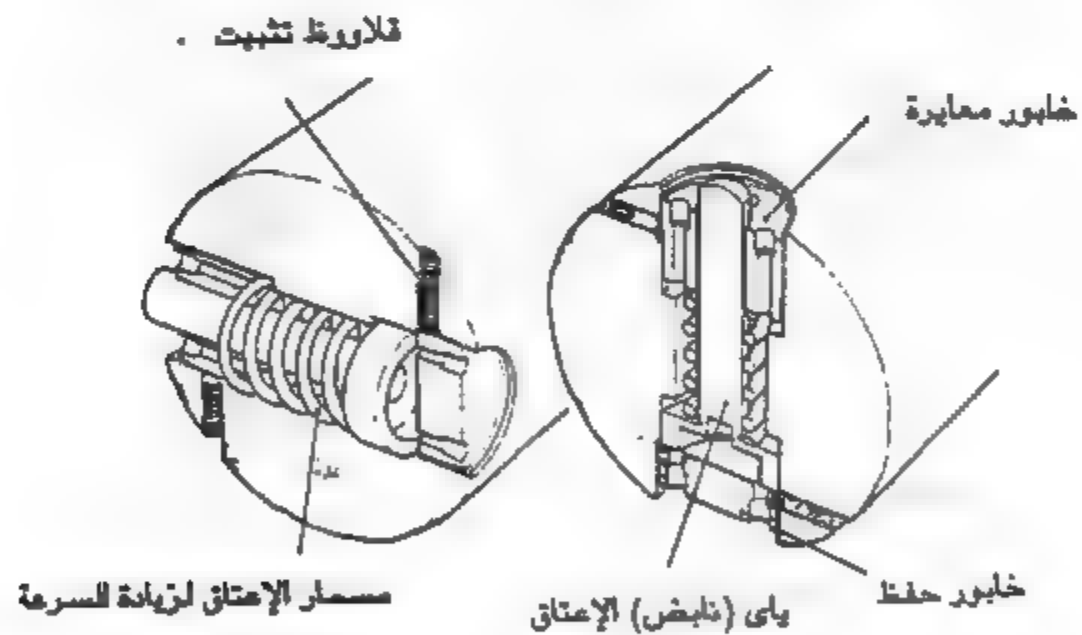
يقوم حاكم اللفات الذي يتم تشغيله عن طريق ضغط الطرد (شكل ٥ - ٢٠) ومشاركة منحنى السعة (كمية التصريف) ، والضغط الناتج من الحمل الكامل إلى اللاحمل بإعطاء المضخة خاصية الإتران الذاتي أثناء

التشغيل، ولعل الملمح الأساسي للحاكم أنه إذا فقدت المضخة سحبها، فسوف تفتح بوابات البخار على آخرها، لتسمح بتمسارح المضخة بشدة حتى تصل للسرعة التي تحقق تشغيل سقاطة الطوارئ لتوقفها .

وتتكون آلية الحاكم من مسمار (قلاووظ) معايرة، يحمل كنفه على منصه في القراب، ويتم إدخاله في حمالة الياى العلوية وبحيث يسمح لنا تغيير انضغاط الياى وذلك بتغيير المسافة بين الحمالة العليا والحمالة السفلى للياى (النايىض)، ويراعى أن الكباس المنزلق داخل جلبه موائمة تماماً يكون مزوداً بحلقة دائرية وحلقة حلزونية إضافية، وتحدد الشفة الموجودة على الجلبه موضعها في تجويف خاص بغطاء قراب حاكم اللفات ويتم برشامها (إحكام موضعها) بحلقة توصيل حديدية .

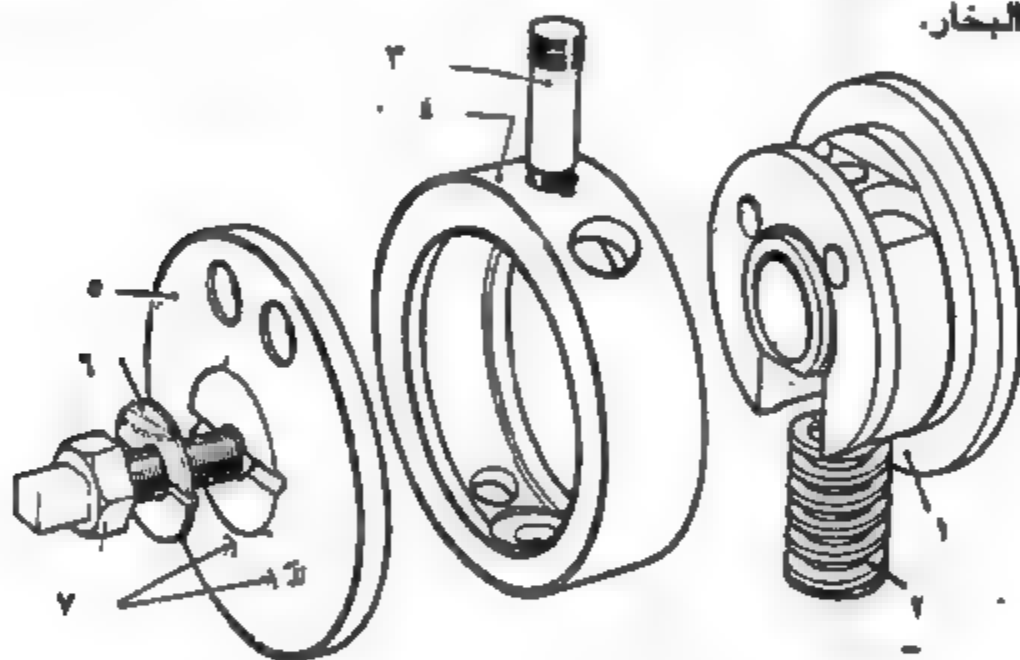
سقاطة الأمان لتجاوز السرعة :

يبين الشكل ٥ - ٢١ سقاطة الأمان عند تجاوز السرعة من طراز



شكل ٥ - ٢١ : سقاطة الأمان (طراز القلاووظ أو المسمار المحوى)

الفلانوظ (المسمار المحوى) وهى تتكون أساسا من مسمار محوى (فلانوظ) من الصلب اللامدنى محمل بياى (نابض) ويكون المسمار بتصميمه الخاص لثقل عند أحد أطرافه من الطرف الآخر، وتعمل القوة الطاردة المركزية عند دوران عمود التربيننة إلى تحريك المسمار لأعلى بينما يحافظ البياى (النابض) على موضعه المعتاد إلى أن تصل سرعة التربيننة لمستوى الأمان السابق التحديد، وعند تلك السرعة تتغلب القوة الطاردة المركزية الناتجة عند الطرف الأثقل على قوة البياى (النابض) المضادة لها، ويتحرك المسمار للخارج بحيث يعتق سقاطة الأمان عند طرقة لها، وبالتالي يقوم بفك تعشيقة تروس السقاطة بحيث يفلق صمام قطع البخار.



٢- نابض

١- حلقة تمهيد

٤- حلقة رحوية (لا متمركزة)

٣- مسمار دليل

٦- حلقة (وردة) تثبيت

٥- قرص غطاء النهائية

٧- مسمار ضبط دلايل

شكل ٥ - ٢٢ : سقاطة إعتاق لتجاوز السرعة طراز الحلقة

مضخات التزليق بالزيت بتشغيل التربينه :

يراعى أن هذا الطراز كان مستخدماً على نطاق واسع قبل انتاج مضخة التزليق بالماء، وتستخدم مضخة التزليق بالزيت عموداً لبقيا طويلا نسبياً، وتتكون سقاطة الاعتاق لتجاوز السرعة فى هذا الطراز من حلقة دائرية كالمبينة فى شكل ٥ - ٢٢ .

وتركب المضخة على عمود مستبدق عند نهاية عمود التربينه لآلية الإعتاق ويتم تثبيتها بمسار من الفولاذ الطرى مثبت فى نهاية العمود ويتم احكام هذا المسار فى مكانه بفلكة (وردة) من النحاس الأحمر .

وتتكون آلية الإعتاق (الوقف) لتجاوز السرعة من حلقة فولاذ بمسطح مقسى مخروطية لا متحركة، ولكن يتم الاحتفاظ بها فى نفس مركز دوران العمود بواسطة (ياى) نابض إلى أن تبلغ سرعة التربينه الحد الأعلى للدوران الآمن، وعند تلك السرعة تتغلب القوة الطاردة المركزية من الحلقة على قوة الياى (النابض) المضادة، فتتحرك للخارج لتطرق سقاطة الإعتاق.

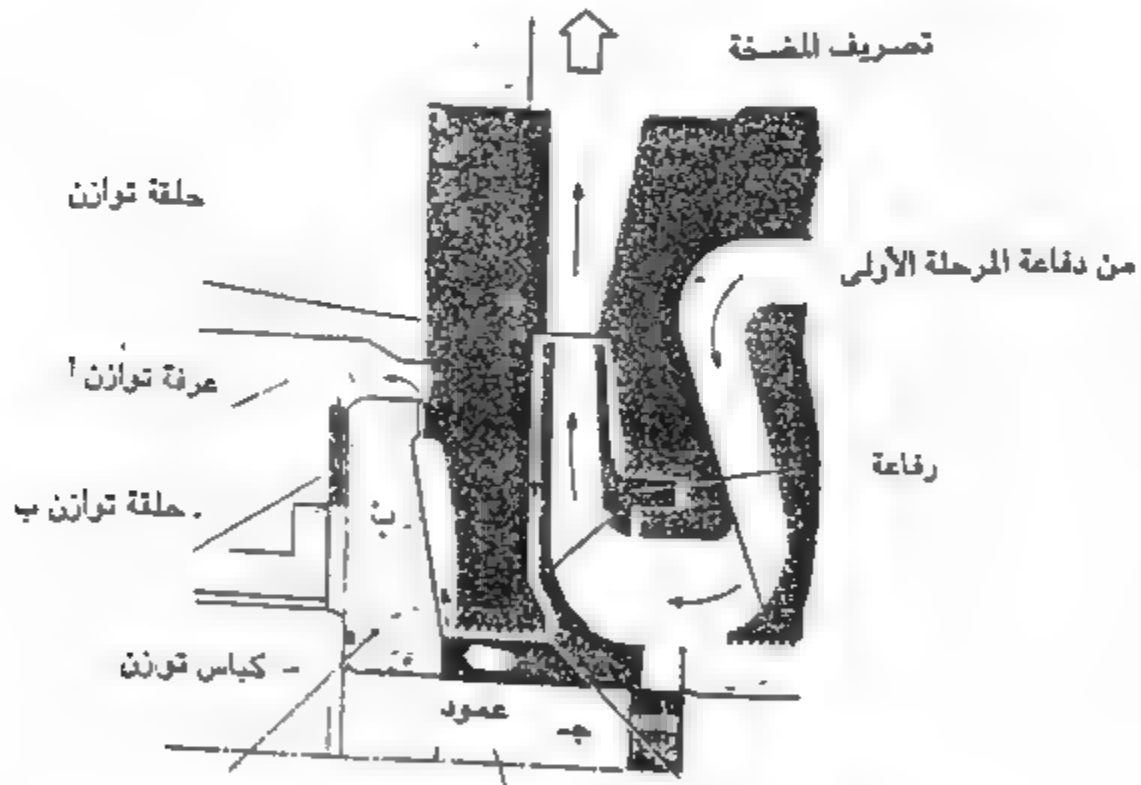
وعند بداية تشغيل المضخة، يتحرك صمام الخنق (توريد البخار إلى التربينه) لأعلى بفعل تزايد ضغط الطرد تحت الكباس حتى يتحقق الضغط المطلوب، وعند تلك النقطة نجد أن القوى لأعلى والمؤثرة على ساق الحاكم بفعل الكباس تكون مساوية للقوة المؤثرة لأسفل بفعل الياى (النابض)، ويقوم صمام الخنق بتوريد كمية البخار الصحيحة للتربينه حتى تحافظ على ضغط الطرد المرغوب، فإذا زاد التصريف من المضخة يقل الضغط، فيسمح لكباس الحاكم بالضغط أن يتحرك لأسفل تحت تأثير الياى (النابض)، فيزيد من فتحة صمام الخنق لتوريد البخار الكافى لمقاولة زيادة التصريف، وعندما يقل التصريف فسوف يحدث الفعل العكسى تماماً .

آلية التوازن الأيدرولى :

يتم التحكم محورياً فى حركة مجموعة الدوران بواسطة كباس

توازن للملازمة تأثير الدفع الناشئ من التربيننة والدفاعة، ويوضح الشكل ٢٣-٥ تنظيماً تقليدياً لآلية التوازن .

ويعمل هذا التنظيم على الاحتفاظ بمجموعة الدوران في موضعها الصحيح تحت كل ظروف التحميل، ويمر الماء عند ضغط مقارب لضغط طرد المضخة من آخر مرحلة بين صرة الدفاعة وجلبة تضيق التوازن جـ في التجويف الطرفي ب، فيقل ضغط الماء عندئذ، وينحصر ضغط الماء الموجود في الغرفة ب إلى دفع كباس التوازن في اتجاه طرف التربيننة، وعندما يتغلب الدفع الناتج في كباس التوازن على الدفع الناشئ من التربيننة والدفع، وعندئذ تتسع الفجوة أ بين الكباس وحلقة التوازن، فتسمح للماء بالهروب، ويكون تأثير ذلك أن ينخفض الضغط في الغرفة فيسمح لمجموعة الدوران أن تتحرك للخلف في اتجاه طرد المضخة .



شكل ٢٣ - ٥ : التوازن الأيدرولى

ويتم نظرياً توالى هذه الدورة بحركات أصغر كل مرة حتى يصبح الدفع على كباس التوازن مستوياً مع الدفع المحورى الآخر المؤثر على مجموعة الدوران، ويراعى عملياً أن توازن القوى يكون أنياً تقريباً، وتكون أى حركة محورية للعمود غير محسوسة .

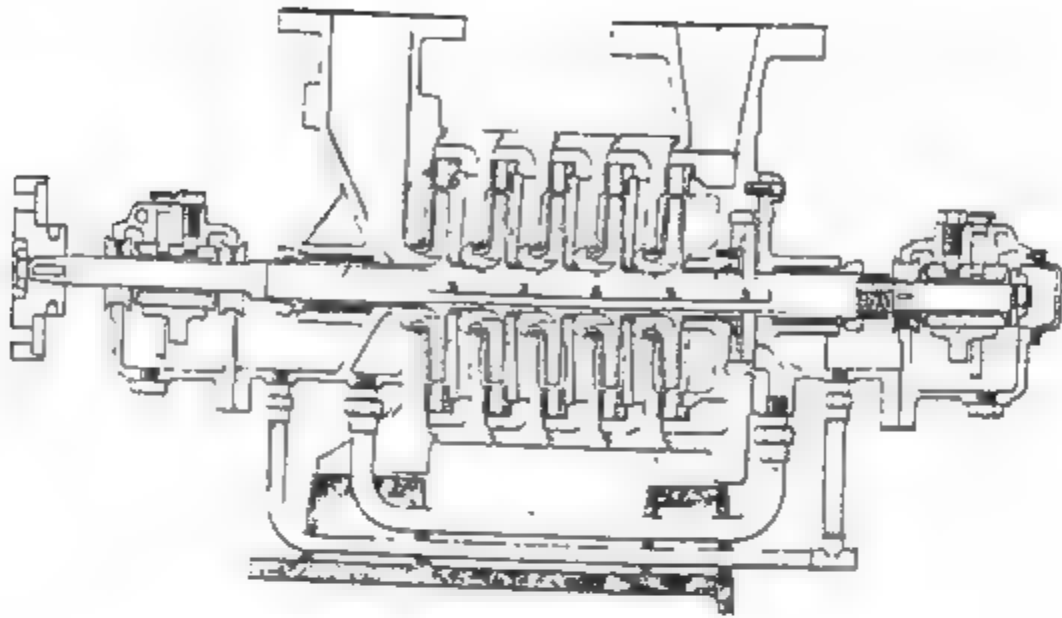
مضخة التغذية بإدارة الكهربية :

تكون مضخة التغذية (للفلاية) بإدارة موتور كهربي من طراز طارد مركزي متعدد المراحل على قاعدة (فرشة أساس) مشتركة. كما هي مبينة فى شكل ٥ - ٢٤، ويتراوح عدد المراحل ما بين مرحلتين إلى أربعة عشرة، ويتوقف ذلك على حجم المضخة وضغط الطرد المرغوب، ويتكون جسم المضخة من عدد من المقاطع الحلقية مزودة بحarfات ومثبتة فى مواضعها بين قراب السحب والتصريف وذلك بضغط واقع من عدد المسامير الشدادة لضم المجموعة فى كتلة واحدة، وتستخدم دلائل مسندقة (بلحات) للاحتفاظ بسلامة الاستقامة، كما يتم نقل حركة الموتور للمضخة بواسطة قارئة مرنة .

ويجرى تحميل مجموعة الدوران والعمود على محملين (كرسيين) للارتكاز موجودين فى ركبتين عند طرفى العمود، ويكون الجزء الأسفل منهما حوض للزيت ويتم التوازن الأيدرولى لها بتنظيمة داخلية مماثلة للمستخدمة فى مضخة التربينه، بحيث تحتفظ بتوازنها المحورى سليماً فى كافة أحوال التشغيل، وحتى يمكننا ملافاة البرى الشديد على تنظيمة التوازن عند بدء تشغيل المضخة، فمن الضرورى أن يرتفع ضغط الطرد بسرعة، ولهذا السبب وحتى لا يحدث تدفق منعكس، تزود المضخة بصمام تصريف غير رجاء ومحمل بياى (نابض) .

ويتم تبريد صناديق الحشو بماء متكثف وتزود بحشو أسبتس جرافيتى من نوعية ممتازة لحبك عمود الدوران، كما يمكن أيضاً إضافة التبريد بدثارات لماء التبريد فى قراب السحب وغطاء غرفة التوازن .

وتزود المضخة بمفتاح كهربى للفصل بتأثير الضغط، وسوف يقوم آليا بفصل التيار عن الموتور الكهربى عندما ينخفض ضغط الطرد من المرحلة الأولى عن حد معين، وذلك لحماية المضخة فى حالة فقدان السحب أو التكهف ... إلخ .



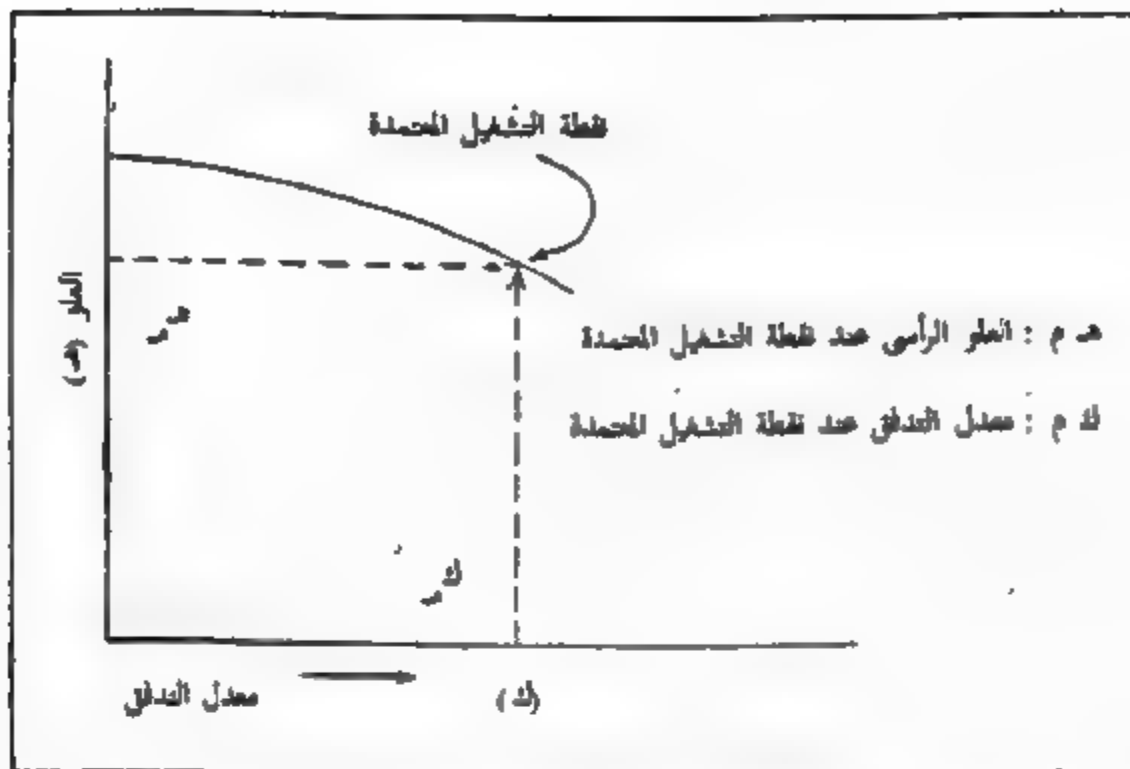
شكل ٥ - ٢٤ : مضخة تغذية متعددة المراحل بإدارة كهربية

٥ - ٥ المنحنيات الخصائية لمعدل التدفق والعلو الرأسى :

يتضح لنا مما سبق عن عمل المضخة المركزية انه ليس هناك ازاحة ثابتة للسائل بفعل المضخة، كما هو الوضع فى حالة المضخة الترددية، اذ تعمل المضخة المركزية على نقل كمية محددة من الطاقة إلى السائل، ويتضح لنا حينئذ انه اذا كان الضغط الخلفى مرتفعاً على المضخة، فسوف يحتاج كل جزئ من السائل الى طاقة اكبر عما لو كان الضغط الخلفى منخفضاً، وتبعاً لذلك فسوف تمر كمية سائل أقل خلال المضخة اذا زاد الضغط الخلفى عليها، وتزداد أهمية هذه الخاصية للمضخة المركزية بحيث تكون العلاقة محددة بين معدل التدفق والعلو (الرأسى) الناشئ

عند سرعة معينة للمضخة، ويتضح لنا ذلك في الشكل (٥ - ٢٥)، وغالبا ما يعرف هذا الشكل بمنحنى (ك - هـ) أى العلاقة بين كمية (معدل) التدفق أو السعة، والعلو (الرأسى) الناشئ أو الضغط، ونجد أنه عند توصيف مضخة معينة، فليس من المريح دائما أن نرسم منحنى ونحدد عليه نقطة واحدة مختارة، توصف بنقطة التشغيل الوصفية ومنها نقرر سعة المضخة (كمية التدفق) والعلو الرأسى المحدد عند تلك النقطة، وإنما ينبغى لنا دائما أن نذكر بأن هذه النقطة ما هى إلا إحدى نقاط متعددة على المنحنى الذى يحدد سلوك المضخة عند أى أحوال تشغيل مخالفة، وأنه بالإمكان تشغيل المضخة عند أى نقطة فى المنحنى ابتداء من أقصى اليسار حيث يكون صمام الطرد مغلقا، ولا تصريف للمضخة، إلى آخر نقطة فى اليمين حيث أقل علو (رأسى) تعمل عنده المضخة، وسوف نؤجل حاليا مناقشة المحددات اللازمة .

وينبغى كذلك مراعاة نقطة ثابتة، وهى أن هذا المنحنى إذا تم رسمه كعلاقة بين السعة (كمية التدفق) والعلو (الرأسى) فإنه ينطبق على كافة السوائل، بغض النظر عن كثافتها النوعية، هذا بشرط أن تكون بنفس اللزوجة تقريبا، فمثلا يستخدم الماء عادة لرسم هذه المنحنيات لسهولة اعتبار الماء كسائل اختبار، ثم ينطبق هذا المنحنى عند تقدير أى سائل آخر مماثل، كالكيروسين مثلا، فإذا كانت المضخة قادرة على تدلول ٣٠٠ م^٣/الساعة إلى علو ١٠٠، فسوف تنقل ٥٠٠ طن ماء فى الساعة بينما تنقل ٢٧٠ طن وثقل، فى الساعة من الكيروسين ذو كثافة نوعية ٠,٧٥، بالرغم أن أدائها لم يتغير بالمرّة، ولهذا السبب تفضل استخدام وحدات الحجم والعلو (الرأسى) فى أعمال الضخ، فإذا حصلنا على هذا المنحنى الذى يوضح لنا ما تستطيع المضخة أن تقوم به عند لفات (سرعة) محددة، فمن المعقول أن نتبع نفس الخطوات لسرعات مختلفة .



شكل ٥ - ٢٥ : العلاقة بين السعة (معدل التدفق) والعلو (الرأسى)

والمعروف أن كمية (معدل) التدفق (ك) تتناسب مع السرعة، بينما يتناسب العلو (الرأسى) (هـ) تبعاً لمربع السرعة، ويتناسب استهلاك القدرة (ق) تبعاً لمكعب السرعة، ومعنى ذلك أن :

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{Q_1}{Q_2} \right)^2$$

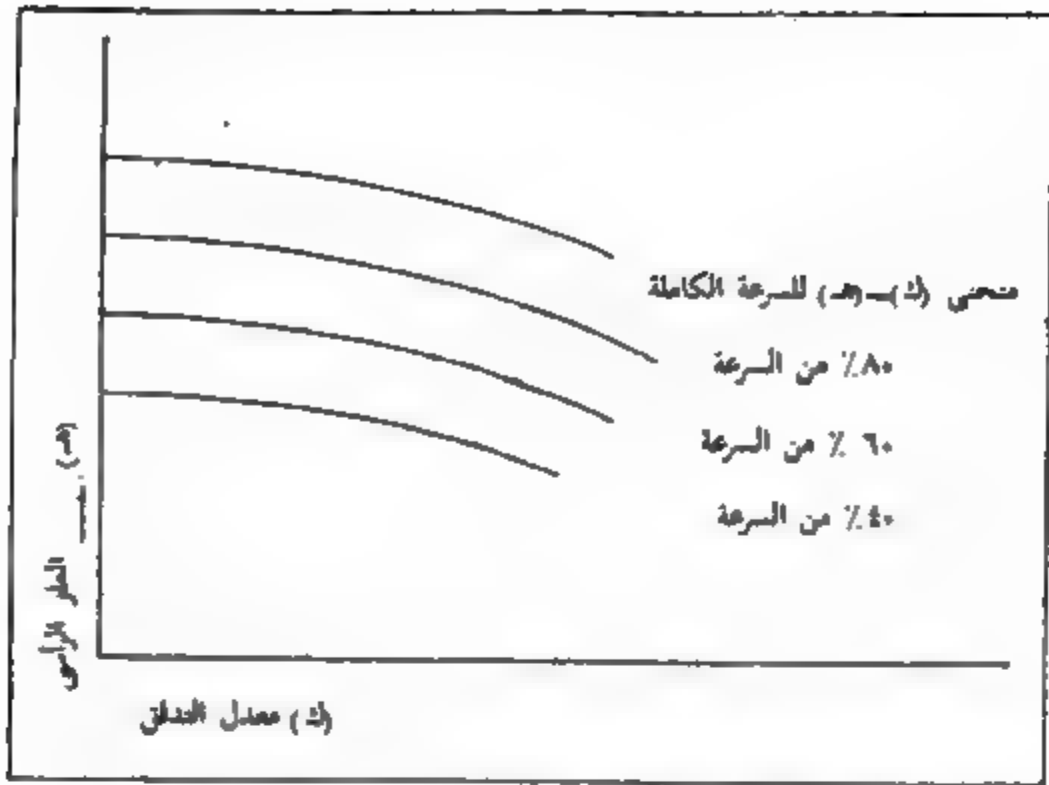
$$\frac{Q_1}{Q_2} = \sqrt{\frac{H_1}{H_2}}$$

حيث أن : ك هى معدل التدفق

هـ العلو الرأسى

ل/ق عدد اللفات فى الدقيقة ؛

ق القدرة



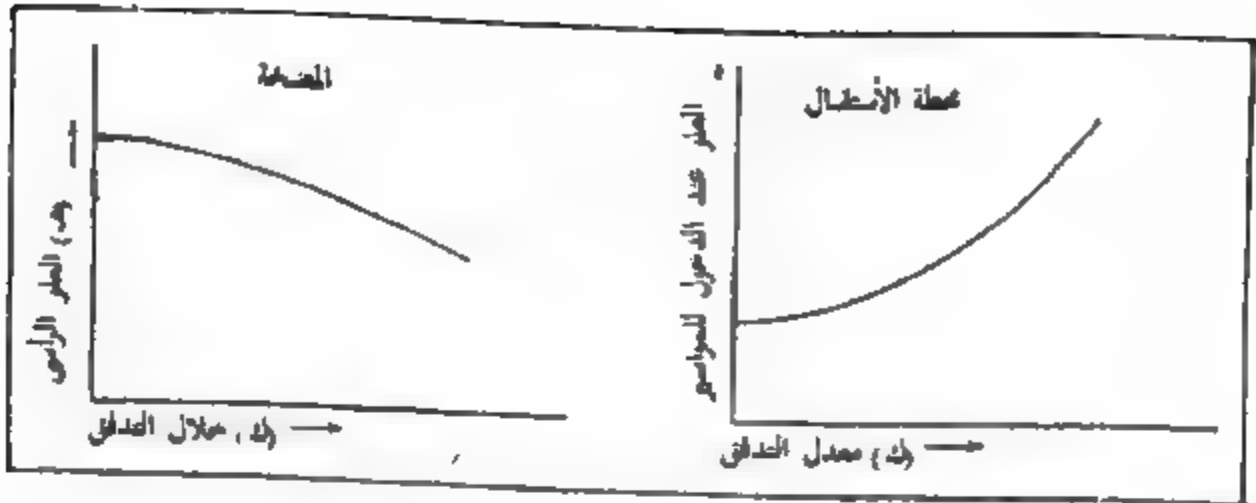
شكل ٥ - ٢٦ : اختلاف أداء المضخة باختلاف السرعة

ويمكننا بذلك استنباط منحنيات ك ، هـ من المنحنى الأصلي ، بتبين لنا الاداء عند السرعات المغايرة ، كما يتضح من الشكل (٥ - ٢٦) .

٥ - ٦ معدل التصريف الفعلى لمحطة استقبال محددة :

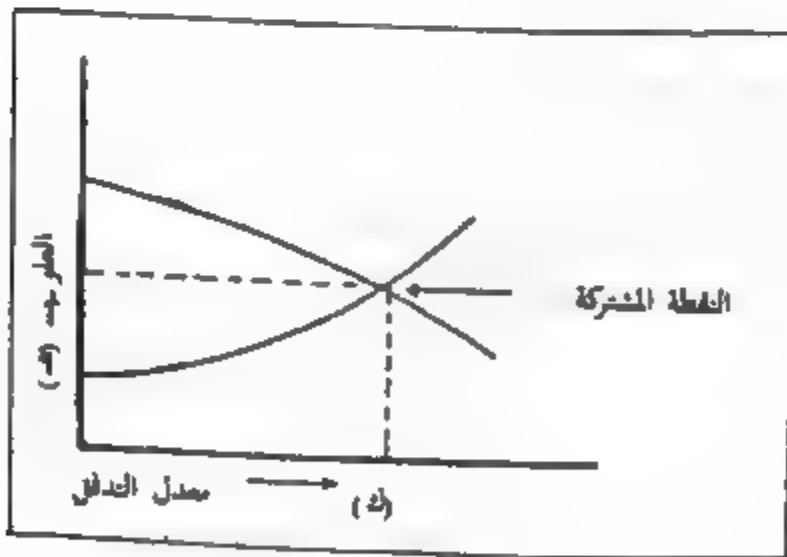
عند دراسة منحنى (ك) ، (هـ) فسنرى ان المضخة سوف تعمل عند نقطة ما من هذا المنحنى وسوف تحدد النقطة الفعلية للتشغيل من احوال الصهاريج وخطوط محطة استقبال الضخ ، وينبغى أن تتبع علاقة كمية التدفق والعلو (الرأسى) منحنياتها الخاصة لكل من محطة الضخ وصهاريج وخطوط الاستقبال ، شكل (٥ - ٢٧) .

وسوف نجد أن هناك نقطة محددة هي التى تفى بخواص كل من المنحنيين وهى نقطة تقاطعهما اذا رسمناهما على نفس ورقة البيان كما يتضح من الشكل (٥ - ٢٨) .

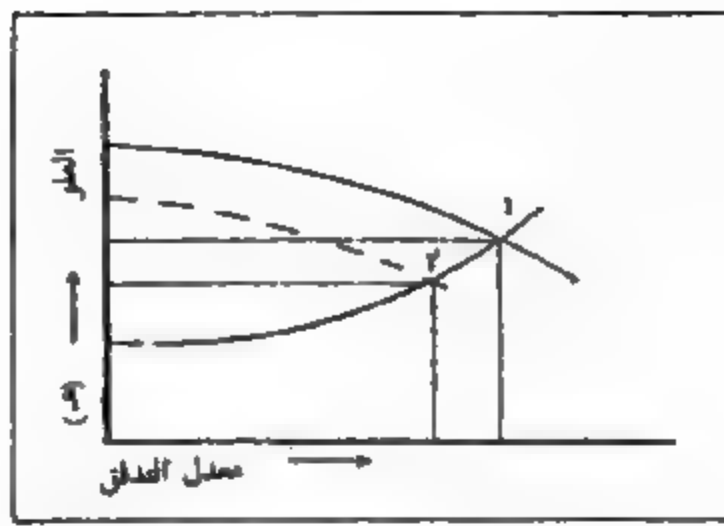


شكل ٥ - ٢٧ : منحنى خصائص مواسير الضخ ومنحنى أداء المضخة

فإذا دارت المضخة بسرعة (عدد لفات / الدقيقة) أبطأ فسوف يقل إنتاجها وسوف نحصل على الإنتاج المنخفض من المحننيين كما يتضح من الشكل (٥ - ٢٩) .



شكل ٥ - ٢٨ : نقطة التشغيل المثلى



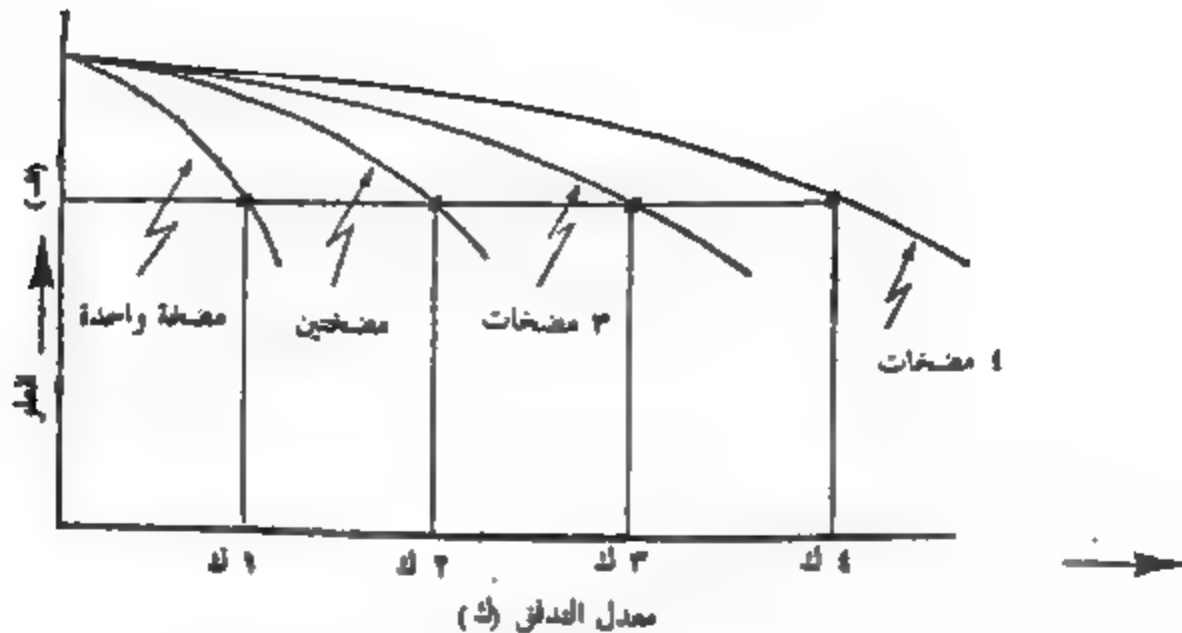
شكل ٥ - ٢٩ : تغير معدل التدفق في الخطوط بتغير السرعة

٥ = ٧ تشغيل المضخات على التوازي :

عندما تقوم عدة مضخات بالتصريف الى مشترك عام فسوف نعبر عن ذلك بأن تشغيلها يكون على التوازي، وعندئذ فإن منحنى الخصائص المشترك بينهم سوف يحتفظ بنفس الشكل بشرط أن جميع المضخات تدار بنفس السرعة ويمكن الحصول عليه بجمع كافة كميات التدفق لكل مضخة كما يتضح من الشكل (٥ - ٣٠)، وينبغي عندئذ احتساب الخل الناشئ عندما تدور إحدى المضخات بسرعة أقل .

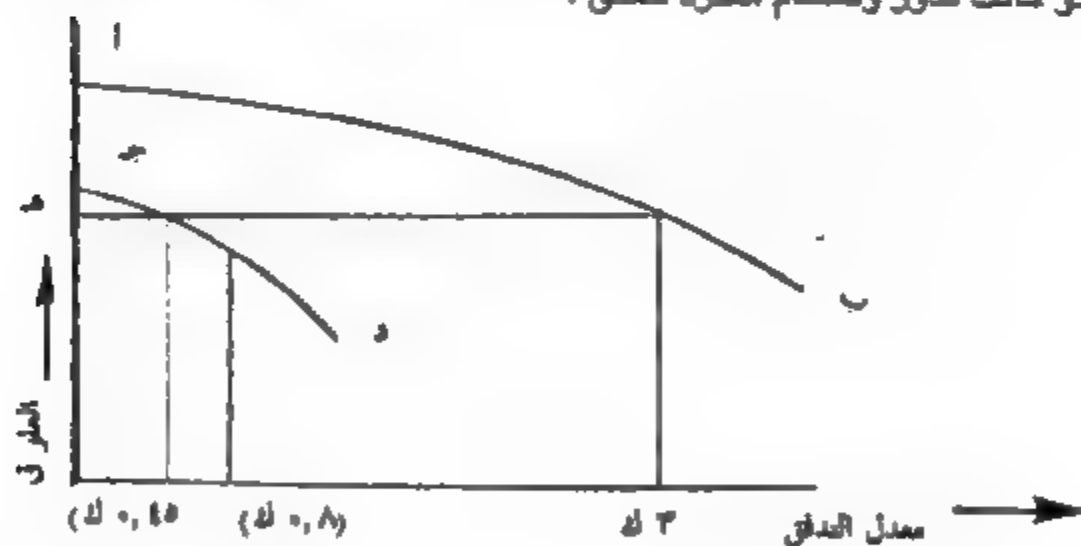
نجد في هذه الحالة أن طرد المضخات الأربع يتم في خط التصريف المشترك، بحيث تدور ثلاث منها بسرعتها الكاملة، وتقوم بتصريف كمية قدرها ٣ ك عند علو رأسى هـ (المنحنى أ ب)، فإذا كانت المضخة الرابعة تدور بـ ٨٠ / من سرعتها (مثلاً) فسوف يكون منحنى تصريفها هو (جـ د). كما يتضح من الشكل (٥ - ٣١)، وحيث أنها تضخ الى الخط المشترك لجميع المضخات فلا بد أن يكون علو (رأسى) طردها هو نفس (هـ) أى الضغط الموجود في الخط، وليس هناك من سبيل الى ذلك إلا أن تنخفض قيمة التصريف لتتحرك إلى يسار المنحنى الخاص بهذه المضخة ذات السرعة المنخفضة، أى أنه بالرغم من أن انخفاض السرعة كان ٨٠ / فقد نتوقع انخفاض كمية التصريف الى ٤٥ ٪ (ك) حيث أن

$$\frac{(\text{ك} / \text{ل})}{(\text{ق} / \text{ل})} = \frac{\text{ك}}{\text{ق}}$$



شكل ٣٠ : المعدل التراكمي للتدفق من ٤ مضخات على التوازي

إلا أن هذا الوضع لن يتحقق في حالة التشغيبا على لتوازي مع غيرها من المضخات، وسوف يقل إنتاجها كثيرا عن كمية التصريف المتوقعة، ونستطيع في الحقيقة أن نتبين من الشكل بأن مجرد انخفاض السرعة لدى غير كبير فسوف يتسبب في أن ينقطع تصريفها تماما. كما لو كانت تدور وصمام الطرد مغلق .



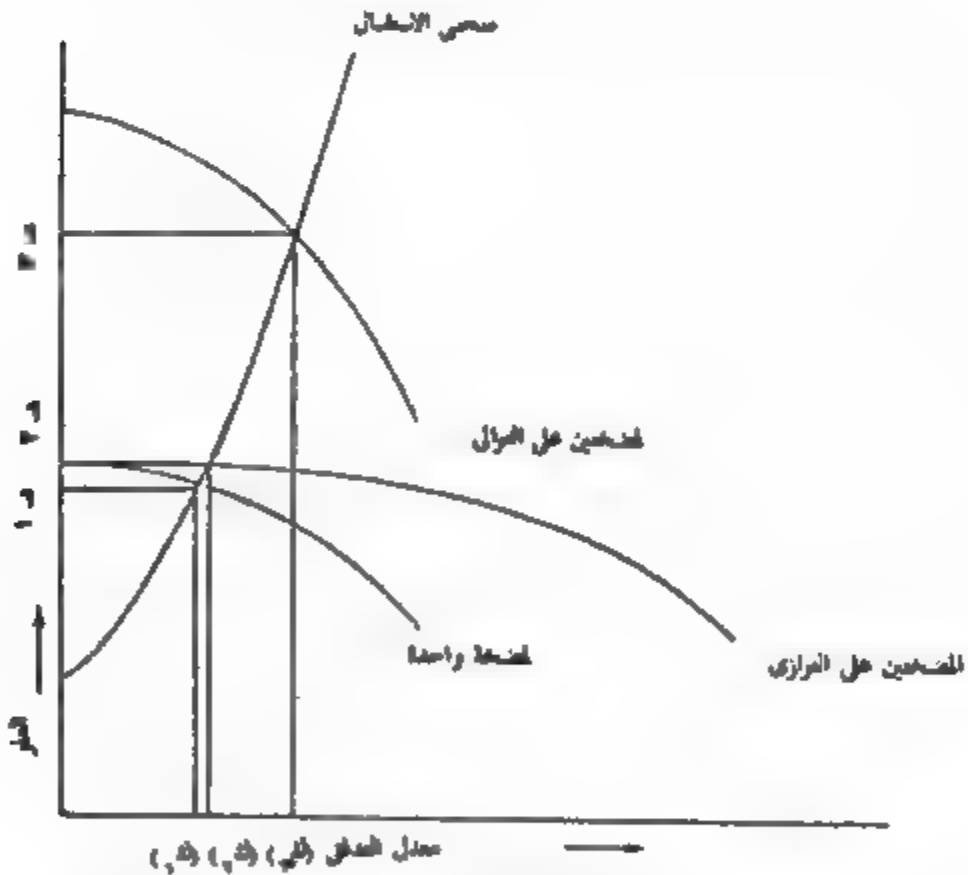
شكل ٣١ : انخفاض التدفق في الخطوط

عند انخفاض سرعة مضخة واحدة من أربعة

٨٥٥ تشغيل المضخات على التوالي :

ربما يكون من المفيد أن يتم تشغيل المضخات المركزية على التوالي ، إذا سمحت لنا خطوط التصريف أو صهاريج الاستقبال بذلك ، ويمكننا أن نحقق زيادة ملموسة في كمية التدفق كما يتضح من الشكل (٥ - ٢٢) .

وقد يستحيل في بعض التركيبات أن يتحقق التشغيل على التوالي لما في ذلك من خطورة ، وينبغي أن نراقب أحوال تشغيل المضخات على التوالي باهتمام شديد خصوصا بالنسبة للضغط الخلفى الناشئ ، إذ أن العلو (الرأسى) الناتج عن تشغيل مضختين على التوالي سوف يزداد لدرجة شديدة ، ومن الممكن أن يصبح في غاية الخطورة .



شكل ٥ - ٢٢ : مقارنة التدفق في الخطوط (الاستقبال)

لمضختين على التوالي أو على التوازي

٥ = ٩ جانب الشفط للمضخة المركزية :

لا يمكن لأي مضخة مركزية أن ترفع السائل ما لم نخلق تفريفاً في خط الشفط، وهذا التفريغ سوف يساعد الضغط الجوي في دفع السائل إلى المضخة، وفي هذه الحالة سوف يكون الرفع الأقصى النظري هو العلو (الرأسي) للسائل المناظر للضغط الجوي. ولا تستطيع مضخة أن تخلق تفريفاً مطلقاً، وعلى ذلك سوف يكون الرفع الفعلي أقل من الحد الأقصى النظري .

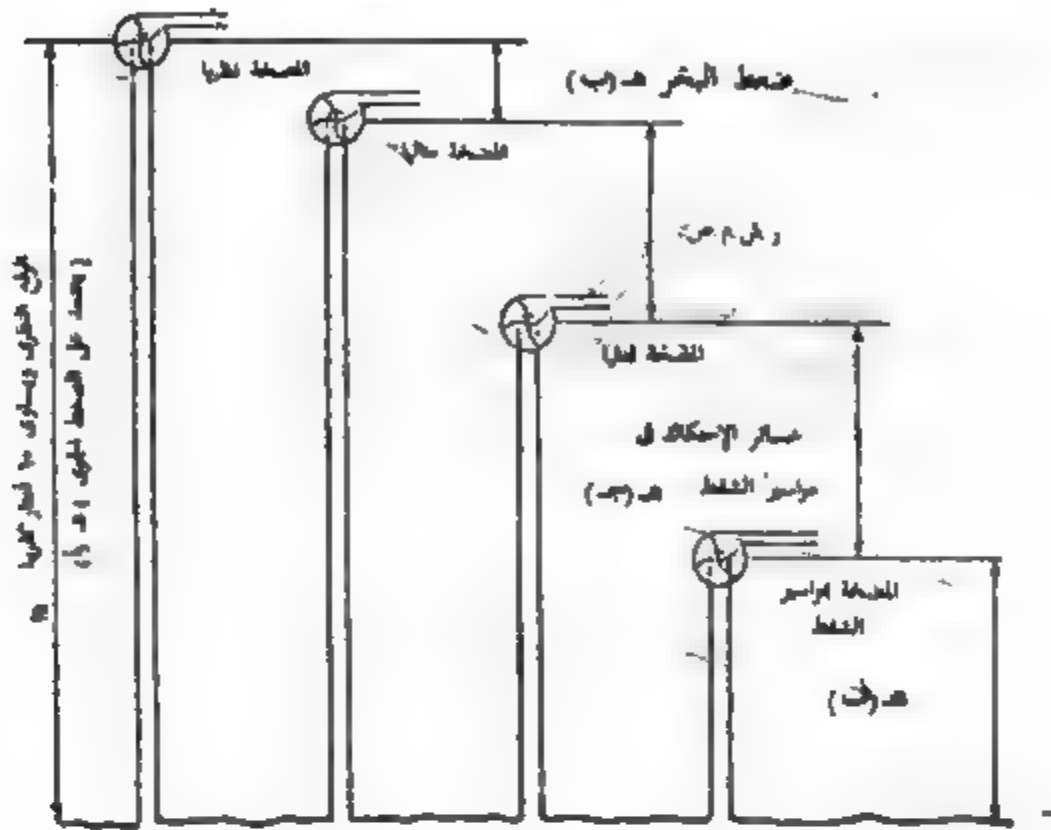
٥ = ١٠ رفع الشفط الموجب الصافي (ر. ش. م. ص.) :

يلزم المضخات المركزية علو (رأسي) ضغط للتغلب على علو (رأسي) مفقودات الاحتكاك في خطوط الشفط وذلك لتزويد السائل المتحرك بالطاقة اللازمة، وفي بعض الأحيان لرفع السائل إلى مدخل أو سحب المضخة. وهذا العلو الرأسي (الضغط) يمكن تحقيقه فقط بواسطة علو (الضغط) السائل فوق مستوى سحب أو مدخل المضخة (إذا كان متاحاً) بالإضافة إلى الضغط الجوي .

ولسوء الحظ فإن كافة فروق الضغوط ما بين الصفر المطلق والضغط الجوي (١٠١٣ بار) لا يمكن الاستفادة منها نظراً لأن كل السوائل عندما تصل إلى ضغط معين تحت الضغط الجوي فإنها سوف تبدأ في الغليان، ولا يمكن ضخها نظراً لتكون غازات تعترض تشغيل المضخة (انسداد غازي) ويعرف الضغط الذي يحدث عنده تلك الظاهرة (تكون الغازات) باسم ضغط البخار للسائل، ويمثل أقل ضغط مطلق يمكن حدوثه عند مدخل (سحب) المضخة في الحالة المثالية .

وعموماً فليس هناك مضخة مثالية، ولذلك فيلزم في الناحية العملية بعض العلو (الرأسي) أكبر من ذلك العلو الذي يغلب عنده السائل ليتغلب على الاحتكاك الداخلي في المضخة، ويسمى هذا العلو (الرأسي) اللازم عندئذ باسم رأس الشفط الموجب الصافي (ر. ش. م. ص.)، ويتعبّر

آخر نستطيع أن نعتبر (ر. ش. م. ص.) هو الفرق بين أقصى علو (رأسى) شفت نظرى، وأقصى علو (رأسى) فعلى خاليا من التكيف .



شكل ٥ - ٣٣ : توضيح معنى رفع الشفط الموجب الصافي

ر. ش. م. ص.

ويمكننا من الشكل (٥ - ٣٣) أن نستخرج المعادلة التالية :

$$\text{هـ (ف)} = \text{هـ (أ)} - \text{هـ (ب)} - \text{ر. ش. م. ص.} - \text{هـ (ج)}$$

هـ (ف) = المسافة الفعلية من مركز المضخة إلى أقل مستوى للسائل ويمكن أن تشفط منه المضخة أى أقصى رفع (يجوز أن يكون هذا المستوى فوق مركز المضخة أو أسفله) .

هـ (أ) = العلو (الرأسى) المناظر للضغط المطلق على سطح السائل الذى تسحب منه المضخة (الضغط الجوى فى الظروف للعتادة) .

هـ (ب) = ضغط البخار للسائل بعد تحويله لما يناظره من علو (رأسى) بالامتار .

هـ (جـ) - الفقد في العلو (الراسي) بسبب الاحتكاك في خطوط الضغط.

ونستطيع بتغيير حدود هذه المعادلة أن نتبين التأثير الخاص بها على تشغيل المضخة، فنجد أن للزيادة في (هـ ب) وهو ضغط البخار للسائل سوف تقلل من (هـ ف) كما وأن زيادة (هـ ب) أكثر من اللازم يستوجب ضرورة وجود ر. ش. م. هـ. زائد لتشغيل المضخة .

كذا فإن انخفاض معدل التدفق سوف يقلل من (ر. ش. م. هـ. ز) ويقلل من (هـ جـ) (فقد الاحتكاك)، ونتيجة لذلك فسوف تتحسن مقدرة الرفع في المضخة كما وأن زيادة الضغط في الشفط سوف يزيد من (هـ ب) وتحسن المقدرة على الرفع .

فإذا كانت المحطة مجهزة بمنظومة تدفق طليق (أي عدم وجود خط للسحب من الناحية العملية) فسوف تنعدم قيمة (هـ ب) .

لما إذا كانت هناك مضختان تقومان بالسحب من خط شلط واحد فإن (هـ ف) سوف تزداد بشدة حيث أنه بزيادة معدل التدفق تعنى زيادة الاحتكاك في خط اللواسير .

١١ - ٥ التكيف :

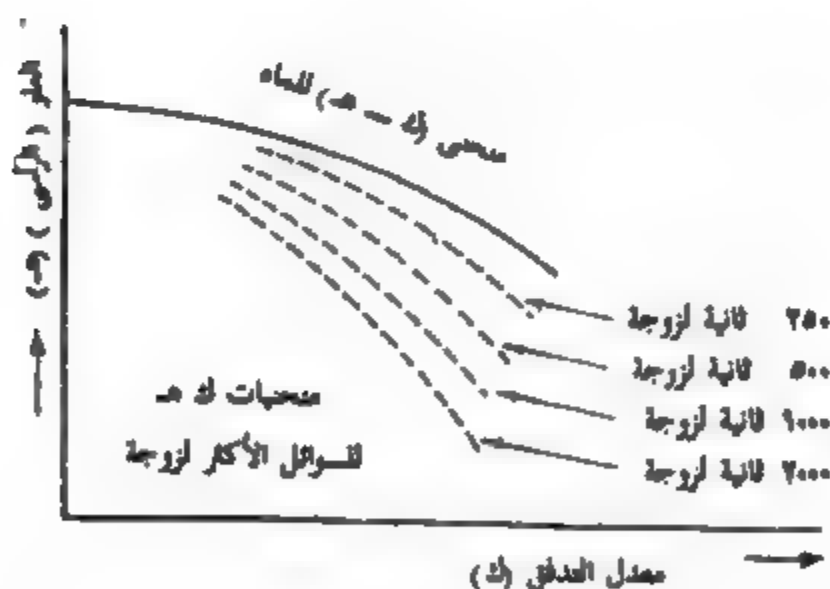
إذا دارت المضخة دون مراقبة، فربما ينخفض الضغط عند مدخلها إلى ريش الدفاعة لما تحت ضغط البخار للسائل، وسوف تتكون في البداية فقاعات غازية، وعندما تنتقل تلك الفقاعات إلى منطقة زائدة الضغط داخل المضخة فسوف تتهاوى هذه الفقاعات (تتقوض وتنفجر)، فإنا ما حدث هذا الانفجار على المعدن الفعلي للمضخة فسوف تكون الصدمة شديدة على سطح المعدن، وتعرف هذه الظاهرة باسم التكيف، ويعرف التلف الناشئ من صدم الفقاعات باسم نقر التكيف، وفي الممارسة العملية فإن هذه الظاهرة غير شائعة لدرجة كبيرة، ولكننا نستطيع أن نتبين تأثيرها قرب أطراف ظهر ريش الدفاعة أي على الوجه الخلفي لدفع السائل .

فإذا استمر انخفاض الضغط عند مدخل المضخة، فسوف يكون نتيجة لذلك تكون الغازات بكمية كبيرة والتي يمكنها أن تعترض نمط التدفق، ويقال أن المضخة قد أصابها سد غازي ، فتفقد عصرها للسائل وتدور بسرعة للغاية .

ويمكننا أن نكتشف حالة التكيف مما يصاحب التشغيل من صوت الزئير المميز، وعندئذ يستحسن أن نقوم بغلق الطرد جزئيا لمعالجة الموقف.

٥ - ١٢ تأثير اللزوجة على خصائص المضخة المركزية :

تتحقق المنحنيات الموضحة للمضخة المركزية باعتبار أن سائل الاختيار هو الماء، وتنطبق نفس المنحنيات على أى سائل آخر له نفس اللزوجة (حتى وإن اختلفت كثافته النوعية)، ولكن إذا تغيرت اللزوجة (زادت مثلاً) فسوف تؤثر بلا شك على أداء المضخة، فإذا احتفظنا بنفس سرعة المضخة فسوف يقلل العلو (الرأس) الذي تستطيع تحقيقه بسبب زيادة الاحتكاك الداخلى الذي يقلل من سرعة السائل .



شكل ٥ - ٣٤ : تأثير اللزوجة على أداء المضخة

ونتيجة لزيادة مفعوبات الاحتكاك لدرجة أكبر في خط الشفط فسوف يقلل من الضغوط عند مدخل المضخة، ولكن من وجهة نظر السحب فإن هذا التأثير يوازى انخفاض ضغوط البخار للسوائل ذات اللزوجة العالية .

٥ - ١٢ المنحنيات الخصائصية للمضخة المركزية :

تعطينا منحنيات الأشكال البيانية صورة عن العلاقة بين العلو (الرأسى) والقدرة (الفرملية) والجوة، والسعة (كمية التصريف)، ومن المعتاد أن يقوم صانع المضخة بتوريد مثل هذه الأشكال البيانية وهي ناتجة عن اختبارات صحيحة للمضخة .

ونجد أن خصائص التشغيل للمضخة المركزية هي العلاقة بين العلو للرأسى والسعة (كمية التصريف) عند سرعة ثابتة، وعلى ذلك يطلق اسم المنحنى الخصائصى للمضخة على الشكل البيانى الذى يوضح تلك العلاقة. ويجرى تخطيط هذا المنحنى على أساس أن يكون المحور السينى ممثلاً لكمية التصريف (السعة) بالتر أو المتر المكعب فى الدقيقة، بينما يمثل لنا المحور الصادى العلو (الرأسى) مقدراً بالتر من عمود السائل. ويتضح من الشكل البيانى أنه إذا تعير العلو (الرأسى) تنغير كمية التصريف، شكل (٥ - ٢٥) .

فإذا أغلقنا محبس التصريف أو كان مقفلاً تقريباً فسوف يزيد العلو (الرأسى) زيادة طفيفة وذلك لزيادة الاحتكاك، ونتوقع نتيجة لذلك أن تتناقص كمية التصريف .

ويجرى الاختبار للحصول على البيانات المستخدمة فى تخطيط الشكل البيانى بالحصول على ١٢ قيمة لظروف مختلفة من ظروف التشغيل، مبتدئين بغلق محبس التصريف إلى أن يفتح تماماً، ومع مراعاة أن تغطى كافة النتائج المدى المتوسط بين الحالة الأولى والأخيرة ويجرى بيع المضخة على أساس نقطتين هامتين فى هذا المنحنى البيانى، تبين أحدهما أحسن ظروف مزدوجة للعلو (الرأسى) والسعة (كمية

التصريف) ، ولا بد أن تتطابق هذه النقطة مع أعلى نقطة في منحني الجودة، وتحدد لنا النقطة الثانية الجودة للضخونة .

ويتم في العادة تكملة الشكل بالبيانات اللازمة عن طراز المضخة وحجمها وقطر الدفاعة (المروحة) واللفات في الدقيقة .. الخ .

ويراعى أن منحني العلو والسعة ينحدر تدريجيا من اليسار إلى اليمين ويبين أن كمية التصريف تزيد كلما قل العلو .

ويبين تقاطع هذا المنحني مع خط انعدام التصريف قيمة العلو الرأسى الناشئ عندما يغلق محبس التصريف، ويلاحظ أن التأثير المعتاد لغلق محبس التصريف هو زيادة قدرها من ١٥ إلى ٣٠٪ فوق العلو المعتاد في ظروف التشغيل العادية .

وقد يكون للمضخة خصائص شديدة الانحدار أو منبسطة نسبيا، ويعتمد ذلك على تصميم الدفاعة، ولكن في أى الحالات لابد أن يكون المنحني مستمر التصاعد من نقطة أقصى تصريف، إلى نقطة انعدام التصريف، ويراعى أنه كلما اقترب منحني العلو والتصريف من حالة أقصى التصريف فإن السرعة في عين الدفاعة تصبح مرتفعة جدا بحيث يسقط منحني التصريف والعلو فجأة في اتجاه رأسى، شكل (٥ - ٣٥) .

ويلاحظ أن المنحني الذى بين القدرة للعمود أو القدرة اللازمة لتدوير المضخة ينحني في اتجاه أعلى من اليسار إلى اليمين وذلك عكس انحدار منحني العلو والسعة بحيث يراعى أن أدنى نقطة في منحني القدرة تكون عند وضع القلق النهائى، ويكون عمل المضخة حينئذ هو مجرد الإمساك بالماء في الجزء ما بين المضخة ومحبس التصريف ، ولا يستلزم أى قدرة لدفع الماء خلال خطوط الدورة .

وهنا نجد أن تأثير غلق محبس التصريف على مضخة مركزية هو انقاص القدرة اللازمة من ٥٠ إلى ٦٠٪ من القدرة المعتادة لتشغيل المضخة

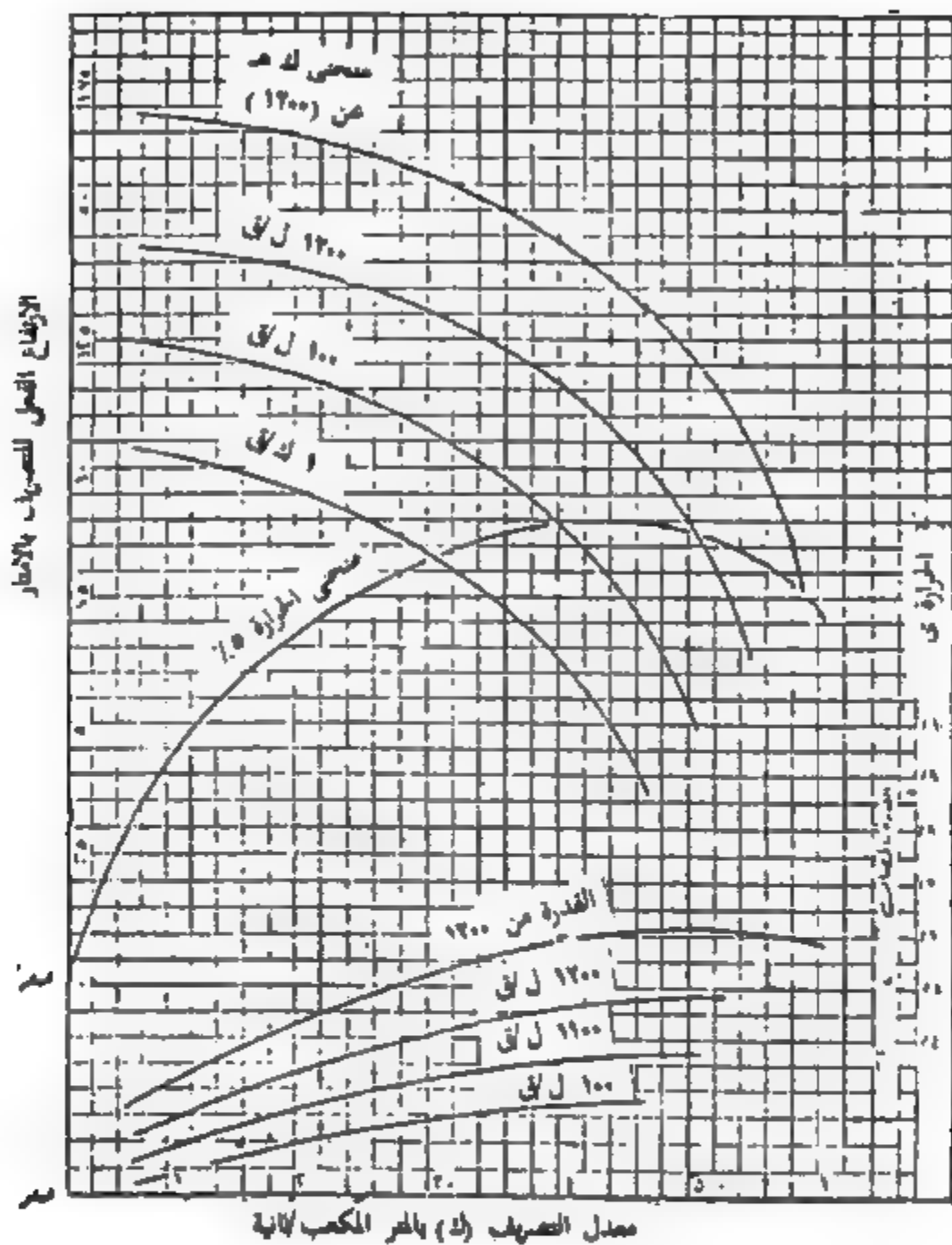
فى الظروف العادية، ويلاحظ فى أقصى اليمين، حيث يبدأ انخفاض العلو (الرأسى) مثل زيادة السعة، أن لها نفس التأثير وهو انقاص القدرة المطلوبة ويتبين بوضوح من هذه الخصائص أن المضخة المركزية تعتبر حملاً سهلاً على محرك التدوير خصوصاً عند بدء التشغيل ومحبس التصريف مغلق .

فهى لا تسبب تجاوز التحميل عليه تحت مختلف ظروف التشغيل ، سواء بانسداد فجائى فى خط التصريف، أو انكسار الخط، كما أن اللى المطلوب لبدء التدوير صغير نسبياً، وبما أن المضخة المركزية تعتبر مكنة تدفق أكثر منها مكنة ضغط كما هو الحال فى المضخة الترددية، لذلك فهى تعطينا حمل تشغيل انسيابى خالياً من الصدمات .

ويبدأ منحنى الجودة من الصفر عند العلو (الرأسى) الأقصى، ويوالى تصاعده إلى أعلى نقطة عند ظروف التشغيل المعتادة، ثم يبدأ فى الهبوط طالما بدأ العلو فى التناقص بصورة أسرع من تزايد السعة (كمية التصريف)، ويجب أن تقع أعلى نقطة عند ظروف التشغيل المعتادة، ثم يبدأ فى الهبوط طالما بدأ العلو فى التناقص بصورة أسرع من تزايد السعة (كمية التصريف) .

ويجب أن تقع أعلى نقطة فى منحنى الجودة على نفس الخط الرأسى المار بنقطة التشغيل المتوقع على منحنى العلو والسعة، ومن المرغوب أن يكون منحنى الجودة منبسطة نسبياً خلال مدى متسع لكميات التصريف المتقاربة .

ويراعى أن المضخة التى لها منحنى جودة منبسط نسبياً خلال مدى كبير من ظروف التشغيل يجعل المضخة أكثر تلاؤماً مع ظروف التشغيل المتفاوتة .



شكل ٣٥ - ٥ : المنحنيات الخصائصية لمضخة مركزية (قطرية)
عند مختلف السرعات

٥ - ١٤ المضخة المروحية :

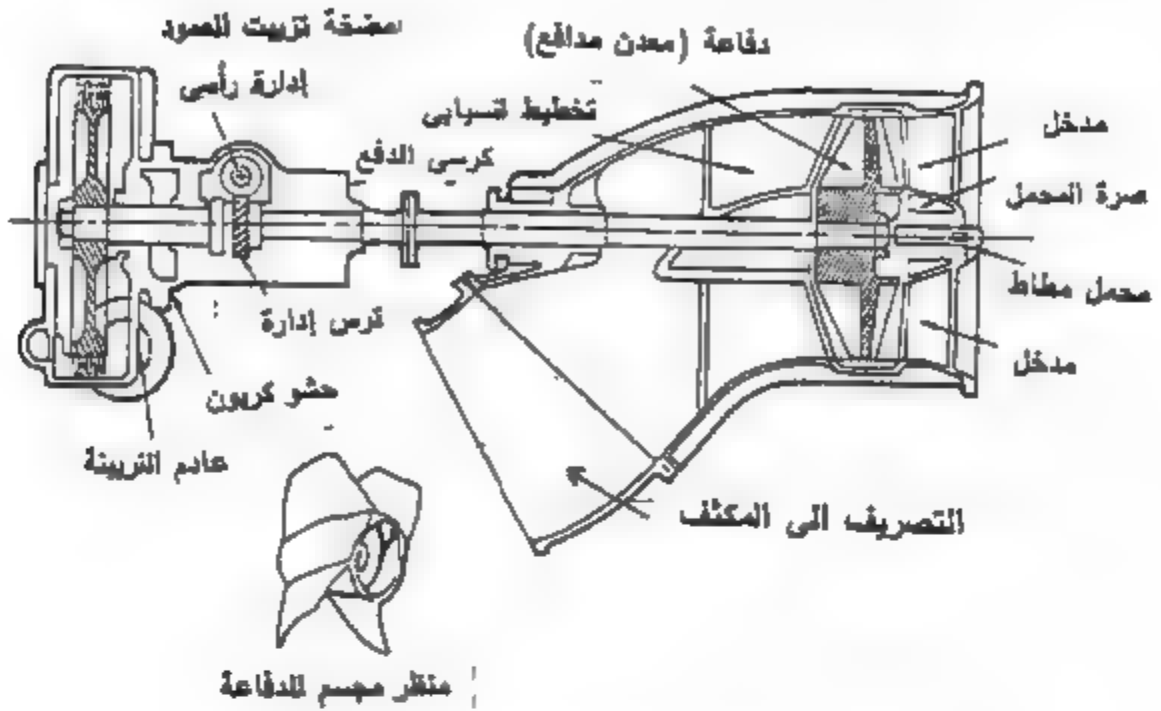
تتكون المضخة المروحية الحديثة من دقاعة تشبه رفاص السفينة إلى حد كبير، بحيث تدور في قراب اسطوانى يعمل كامتداد للعمود تصريف المضخة .

ويستخدم تحت المروحة مدخل منفاخ (مفتوح للخارج على شكل بوق) وذلك لتقليل فقد الدخول، شكل (٥ - ١٣٦) كما توجد ريش توجيه مستقيمة فوق المروحة لتسبب نعومة الدوامات الناشئة من الدقاعة .

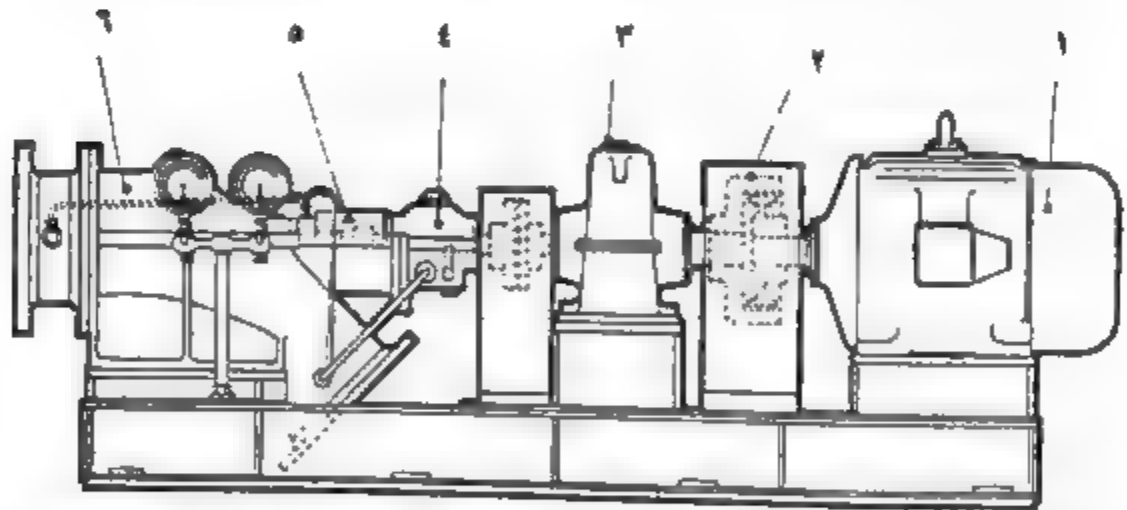
ويراعى أن المضخة المروحية تنشئ أغلب علوها (الرأسى) بفعل الرقص أو الدفع الناشئ عن ريش المروحة على السائل، وتكون ذات دقاعة مفردة المدخل بحيث يكون التدفق الداخل محوريا ويكون التصريف محوريا تقريبا، لذلك تسمى أحيانا مضخة التدفق المحورى، ونستخدم هذا الطراز من المضخات على وجه الخصوص لتداول أحجام كبيرة نسبيا من السائل ضد علو منخفض نسبيا وعند سرعة دورانية أعلى بكثير مما هي للمضخات المركزية المعتادة، ويلاحظ أن السرعات النوعية للمضخات المركزية المعتادة مزبوجة الشفط لا تزيد عن حوالى ٤٠٠٠ ل/ق، ولكن المضخات المروحية تكون سرعتها النوعية عادة أعلى من ٩٠٠٠ ل/ق، ولتوضيح ذلك بالمثال نفرض أن سعة التصريف المطلوبة ٣٠ مترا مكعبا فى الدقيقة، والعلو ١٢ مترا، فسوف نجد أن سرعة المضخة المروحية المناسبة تكون ١١٦٠ لفة/ق بينما تلزم مضخة مركزية مفردة السحب تعمل بسرعة ٣٦٠ لفة/ق، ونستخدم لكل من المضختين محركا قدرته حوالى ١٠٠ حصان قدرة ولكن الموتور الكهربى مرتفع السرعة للمضخة المروحية يكون عادة أصغر بكثير .

ويتضح من ذلك أن ارتفاع السرعة المتلازمة للمضخة المروحية يعتبر ميزة محققة، إذ أن الموتور مرتفع السرعة يكون أصغر لنفس القدرة، ولذلك يكون ثمنه أقل فى العادة، وينبغى فى كافة الأحوال أن تكون وحدة الضخ المكونة من المروحة والقراب مغمورة عند التشغيل، ولكن هناك

بعض الوحدات المستخدمة ولها تركيبات أفقية بحيث يرفع موضع المروحة ٤,٥ أمتار فوق سطح السائل المرغوب ضخه .



شكل ٣٦. أ : مضخة تدفق محوري بإدارة تريونة بخار



١- موتور كهربى

٢- صندوق التروس

٣- مضخة محورية منعكسة الدوران

٤- قارنة مصممة

٥- قارنة احتكاكية

٦- محمل دفع

ويراعى على أية حال أن المضخة المروحية ذات دفاعة مفتوحة وأن هذا الطراز من المضخات لا يتناسب تماما مع ظروف الضخ التى فيها رفع شفت (علو سالب)، وعندما تكون المروحة مغمورة فلن يكون هناك طبعا أية مشاكل لتحضير المضخة للمروحية، ويجرى تصميم المضخات المروحية إما أفقية وإما رأسية، ويزود الضراز الأفقى عادة بكوع عند كل نهاية للمضخة، ويكون أحد الكوعين مدخل الشفت بينما يكون الآخر مخرج التصريف، ويزود كل كوع بمسند للتحميل، وتركب المضخات الأفقية على قاعدة من الحديد الزهر، قد تمتد لتكون ما يسمح بتركيب محرك التدوير، وبالتالي تصبح وحدة متينة (جاسئة) ذاتية الحفظ، أما المضخات الرأسية فعادة ما تعلق على لوح أرضية وتستخدم ماسورة التصريف كماسورة تعليق .

وتكون المروحة عادة بثلاث ريش أو اثنتين، بحيث تترك ممرات واسعة ليس بها ما يعوق التدفق، ولتسمح بتداول سوائل بها مواد صلبة أو أحجار .. الخ بدون أن تنسد، ويستخدم البرونز فى صنع المروحة، وقد تصب كلها كجزء واحد وربما تصب الصرة منفصلة والريش على حدة ثم تربط الريش على الصرة بمسامير القلاووظ بعد تسوية أوجه لتلاقى بدقة تناسب متانة الربط، كما أن هناك أنواع من المراوح ذات الريش قابلة التعديل بحيث يمكن تغيير زاوية ميل الريش على الصرة وذلك لتناسب ظروف التشغيل .

وتجرى موازنة المروحة ايدروليا واستاتيا، كما يتم صقل (تنعيم) الريش بعناية ومراريتها لتقليل الاحتكاك عادة. وتثبت المروحة على العمود بواسطة خابور وكتف زنق وصامولة، وعادة ما يركب غطاء على شكل مخروطى فوق صامولة الربط لتقليل التيارات الدوامية ولتمنع دخول الرمل أو الأتثار فى المحامل السفلية للمضخة، ويتم تصميم مروحة المضخة بالقطاعات الهندسية بنفس المنهج المستخدم لرفاصات السفن أو مروحة الطائرة .

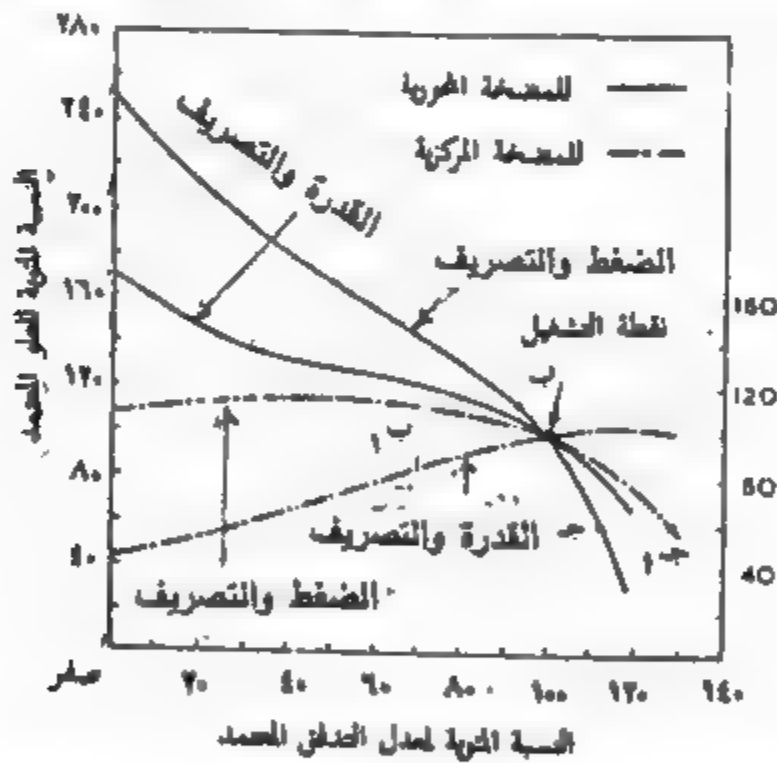
ويراعى أن قراب المضخة المروحية سواء كانت أفقية أو رأسية يمكن تفكيكه فى مستوى خط المركز لعمود الإدارة، كما يمكن فصله عن عمود التصريف بتوصيله على زاوية قائمة بالنسبة للعمود، وفى هذه الحالة قد يتكون قراب المضخة فى حد ذاته إما من صبة أو من صبتين. وفى كل من الحالتين يتم حماية القراب حول المروحة فى بعض المضخات بواسطة جلبة أو بطانة يمكن تغييرها أو تجديدها عندما تبلى أو يحدث فيها نقر من التكيف، ويصبح من اللازم استبدالها، ويلاحظ أن ريش التوجيه على جانب التصريف للدفاع قد يمكن استبدالها على الجلبة أو البطانة كما يجوز تركيبها فى القراب ذاته .

ويصنع عمود المروحة فى العادة من سبيكة فولاذ مطروق، ويكون محاطا بأنبوبة العمود لحمايته من فعل السوائل والمواد التى تتناولها المضخة. وتحتوى الأنبوبة على محامل دليل من البرونز فى التركيبات الرأسية ، كما تصنع الوسائل المناسبة لإدخال مادة التزليق إلى الأنبوبة ، وقد الغيت أنبوبة العمود من بعض المضخات المستخدمة حاليا، وفى مثل تلك الأحوال يعمل العمود فى محامل مطاط، وفى المضخات ذات العمود الأفقى حيث يمكننا الكوع عند كل ناحية. من سد الحامل فقد يزود العمود بمحامل كروية (رمان بلى) عند كل نهاية خارج القراب. وينال أحد المحامل الحمل القطرى فحسب، بينما ينال المحل الآخر الحمل القطرى والنفع .

ويراعى أن المنحنى البيانى للسعة (كمية التصريف) بالنسبة للعلو (الرأسى) حاد فى انحداره أكثر مما هو فى حالة المضخة المركزية أى أن العلو (الرأسى) يهبط مع زيادة السعة (كمية التصريف) بأسرع مما يقل فى حالة المضخة المركزية، شكل (٥ - ٢٧)، لذلك فما ننصح به من وجهة نظر الجوبة (الكفاية) أن يكون بدء تشغيل المضخة المروحية فى حالة إغلاق تام .

كذلك نجد أن المنحنى البياني للقدرة الحصانية الفعلية بالنسبة للعلو (الرأسى) يميل لأسفل كلما نقص العلو وذلك عكس المنحنى البياني للقدرة في المضخات المركزية وعلى ذلك نتبين أن القدرة المطلوبة تزيد في المضخة المروحية كلما زاد العلو وقلت السعة، بينما تقل القدرة المطلوبة في المضخة المركزية كلما زاد العلو مع نقص السعة (كمية التصريف) كذلك.

ويراعى أن العلو (الرأسى) الزائد الذى ينتج عنه «الغلق التام» في المضخة المروحية يتطلب تركيب محرك كبير بدرجة كافية إذا توقعنا وجود تراوجات كبيرة في علو (رأسى) الضخ، وعند تركيب مضختين مروحيتين تعملان على التوازي بحيث يمكن أن تقوم إحدهما بضخ نفس الحمل على التبادل فليس من الضروري أن تدار إحدهما ومحبس تصريفها مغلقة عند الرغبة في تحويل الحمل من واحدة إلى الأخرى، ويمكن تجنب التشغيل عند الغلق التام بأحدى المناهج التالية :

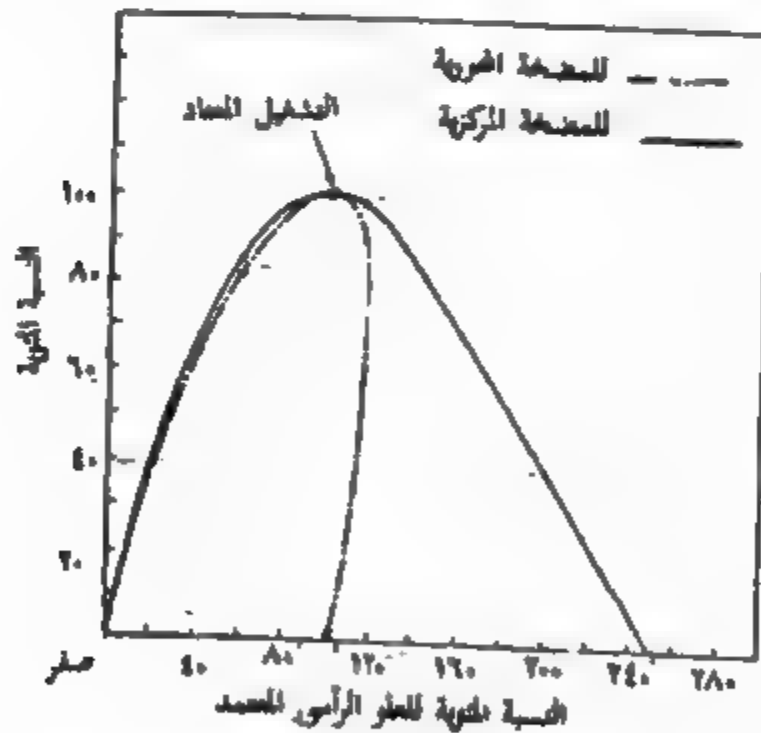


شكل ٣٧ - ٥ : المنحنى الخاص للمضخة المروحية (المحورية)
مقارنا بالمضخة المركزية

١- بتركيب ممر تحويل من خط التصريف إلى المدخل، ويمكن عندئذ أن يمر تصريف المضخة الخاملة خلال ممر التحويل إلى أن يتحقق تدفق كافٍ بحيث يسمح بفتح محبس التصريف وغلق ممر التحويل، ويكون في حالة التدوير وتشغيل المحابس بالموتورات أن تتواشج (تعشج بتنظيم متتابع) بحيث يفتح ممر التحويل وتدار المضخة ويفتح محبس التصريف الرئيسي ثم يغلق ممر التحويل على التتابع تلقائياً .

٢- وعند استخدام محركات كهربية بتيار مستمر، فمن الممكن تدوير المضخة عند سرعة منخفضة، ويكون محبس التصريف مغلقاً ثم تزداد السرعة تدريجياً مع فتح محبس التصريف .

وتحقق المضخات المروحية كفاية (جودة) تصل إلى ٩٠ في المائة عند تشغيلها تحت الظروف المرعية، أي عند اختيار أحوال التشغيل بالنسبة للعلو (الرأسي) والسعة (كمية التصريف) المقابلة لقمة منحنى الجودة (الكفاءة) البياني، راجع شكل (٥ - ٣٥) .



شكل ٣٥ . ٥ : منحنى الجودة (الكفاءة) بالنسبة للعلو

ولكن يراعى أن الجودة تهبط بسرعة عند تغيير العلو (الرأسى) أو التصريف. ويتم تصميم الريش فى بعض المراوح بحيث يمكن تغيير زاوية الاقتحام (الدخول) لعلاج العيب السابق. ويمكن بهذه الوسيلة تثبيت التصريف بينما يتغير العلو (الرأسى) فى مدى متسع، كذلك يمكن تثبيت العلو بينما يتغير التصريف وذلك دون التأثير الشديد على جودة (كفاءة) المضخة المروحية .

ويتم تدوير المضخات المروحية طراز العمود الأفقى بواسطة المحركات الكهربائية أو التربينات أو محركات الديزل المربوطة مباشرة بالعمود، كما أنه من الجائز استخدام قروس تقليل السرعة .

كذلك تستخدم المحركات الكهربائية أو التربينات فى تدوير الطراز الرأسى وتستخدم المضخات المروحية حيث تتطلب سعة «كمية تصريف» كبيرة وعلو (رأسى) منخفض، ويراعى أنها ذاتية التحضير ولا يتأثر تحضيرها بالتراوحات البسيطة فى رأس (علو) التشغيل .

٥ - ١٥ مضخة التدفق المختلط :

يعمل هذا الطراز من المضخات بدفاعة مفردة السحب ، بحيث يكون مدخل التدفق محورياً والتصريف فى كلا الاتجاهين المحورى والقطرى بداخل القراب، وتعمل مغمورة بحيث ينشأ فيها العلو (الرأسى) جزئياً بواسطة القوة الطاردة المركزية الاصطلاحية وجزئياً بواسطة الرفع الناشئ من ريش الدفاعة كما فى المضخة المروحية، ولما كانت دفاعة التدفق المختلط تنشئ حركة الماء فى كل من الاتجاهين المحورى والقطرى، فإنها تكون أنسب فى التطبيق فى الإنشاءات الرأسية حيث يمكنها دفع الماء للخارج ولأعلى.

ولا تختلف دفاعة التدفق المختلط عن طراز المروحة بدرجة ملموسة، شكل (٥ - ٢٩)، وعادة ما يزيد عدد الريش بزيادة حجم المضخة، ولكن

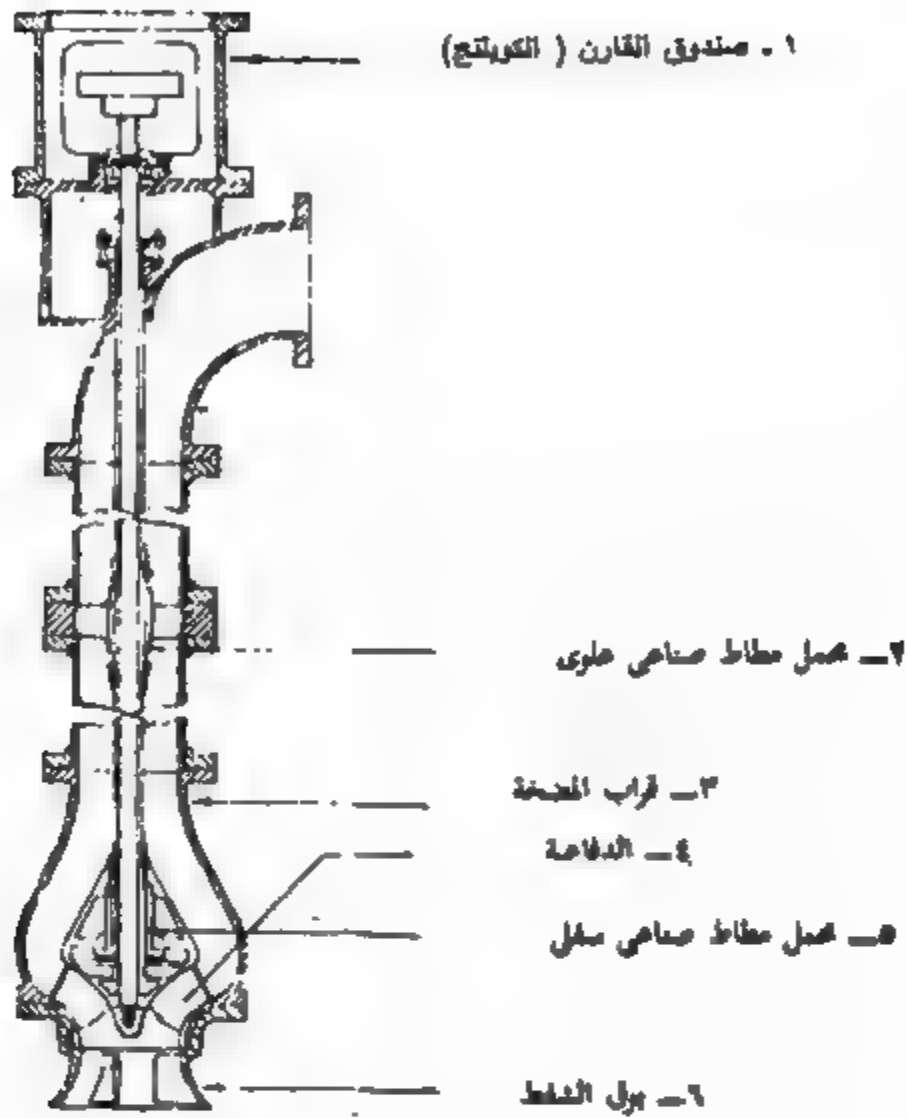
حتى في الأحجام الصغيرة تكون الممرات قادرة على تمرير الأجسام الصلبة الصغيرة .

والمعروف أن المضخة القطرية هي أحسن ما يناسب لتحقيق علو (رأسى) مرتفع لكل مرحلة بسعة (كمية التصريف) منخفضة نسبيا، بينما نجد أن المضخة المروحية تستخدم في أحوال انخفاض العلو (الرأسى) وزيادة السعة (كمية التصريف) ، لذلك نتوقع أن تكون مضخة التدفق المختلط هي أكثر ما يحقق سد الفجوة بين أداء كل من طرازى المضخة القطرية والمضخة المروحية نظرا لأنها تمتلك خصائص كليهما ، فعندما تكون السعة (كمية التصريف) المرغوبة أكبر مما تحققه المضخة القطرية ولكن أقل مما تمكننا المضخة المروحية ، فعندئذ تكون مضخة التدفق المختلط هي أنسب اختيار، خصوصا عندما يكون العلو المرغوب ما بين القيم المعتادة من طراز المضخة القطرية والمضخة المروحية.

ونتبين من الجدول التالى للسرعات النوعية الخاصة بالطرازات الثلاثة صورة عن المدى المتوسط لتشغيل طراز التدفق المختلط :

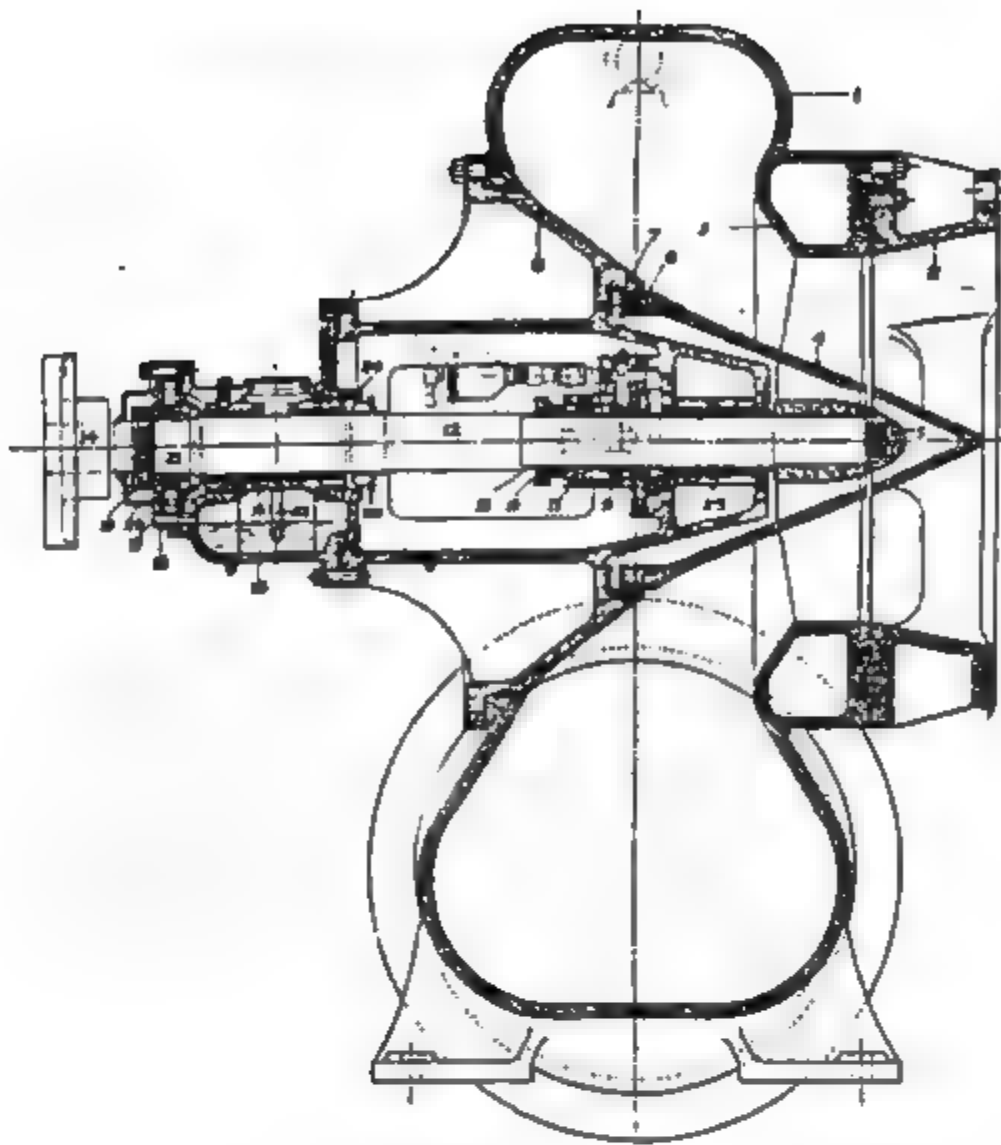
وتتشابه بعض المضخات مختلطة التدفق في مظهرها الخارجى مع المضخات المروحية راسية العمود بدرجة قريبة (راجع شكل ٥ - ٣٩) فيما عدا أن القرب حول دفاعة التدفق المختلط ينبعج للخارج ويدور حلزونيا بينما قراب المضخة المروحية بنفس قطر عمود التصريف الذى يعلوه وقد يكون أو لا يكون قراب التدفق المختلط محتويا على ريش توجيه، وفي كلتا الحالتين فإن وظيفته هي تحويل جزء من السرعة الناشئة عن الدفاعة (والتي تكون قطرية) الى تدفق محورى ليساير جزء التدفق المحورى الناشئ عن الدفع من الريش .

بينما يراعى أن المضخة المروحية لا تحتاج إلى القرب الهلالي إذ أن التدفق فيها محورى تماما .



شكل ٥ - ٣٩ : مضخة التدفق المختلط (المحوري والقطري)

السرعة النوعية	الطراز
حتى ٤٠٠٠	قطرية (مفردة السحب)
٤٠٠٠ - ٩٠٠٠	تدفق مختلط
أكثر من ٩٠٠٠	مروحية



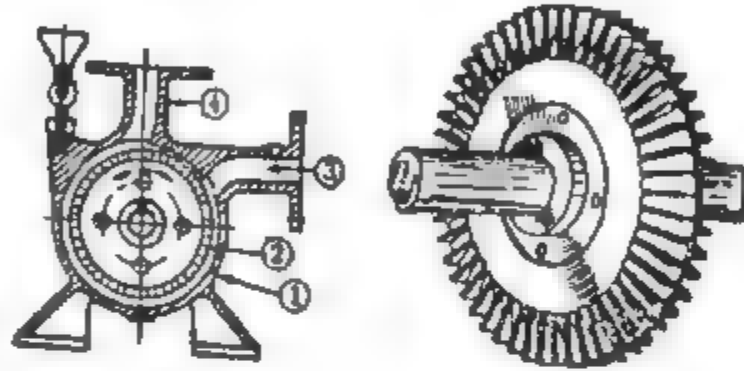
- | | | |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ١٧- تجميعية كرسي الدفع. | ٩- صندوق حشو. | ١- قلوب المضخة. |
| ١٨- قطاعة كرسي الدفع. | ١٠- حاكم (جلاند). | ٢- قرص الشفط. |
| ١٩- صامولة زلق كرسي الدفع. | ١١- حلقة حاكم. | ٣- حجاب قرص الشفط. |
| ٢٠- حلقة (وردة) الدفع. | ١٢- عمود للمضخة. | ٤- رفاص (مروحة). |
| ٢١- حلقة الدفع. | ١٣- حلقة لعمود المضخة. | ٥- صامولة للمروحة. |
| ٢٢- حلقة زيت. | ١٤- قارورة. | ٦- فريشة تاكل الرفاص. |
| ٢٣- كتف (تعديل). | ١٥- جسم المحمل (الكرسي). | ٧- فريشة تاكل قرص الصرة. |
| ٢٤- حارس الزيت. | ١٦- سبائك الكرسي. | ٨- قرص الصرة. |
| ٢٥- محمل (كرسي) داخلي. | | |

شكل ٥٠ : الأجزاء الداخلية للمضخة التدفق المختلط

هي مضخة لها دفاعة تنشأ العلو (الرأسى) بواسطة تكرار مداولة السائل خلال مجموعة من الريش الدائرية .

وعادة ما تكون دفاعة هذا الطراز من المضخات قرص أصم من قطعة واحدة يتكون فيه العديد من الريش بحيث يتشابه شكلها على الجانبين، وتوجد على كافة محيط القرص، راجع شكل (٥ - ٤١) :

- ١ : القراب
٢ : العضو الدوار
٣ : فتحة السحب
٤ : فتحة الطرد



شكل ٤١ - ٥ : مقطع الدفاعة في مضخة محيطية

ويكون تشغيلها في الضخ عن طريق ادخال الماء من فتحة الشفط الى ريش الدفاعة قرب جذور الريش، ومنها يتدفق السائل خلال الريش في اتجاه اطرافها على محيط الدفاعة بفعل القوة الطاردة المركزية الناشئة من دوران الدفاعة والدوامات الحادثة، وتزال أثناء هذا التدفق صدمات من الريش التي تحملها تجاه فتحة تصريف المضخة. وعندما يترك السائل دفاعة المضخة عند اطراف ريشها فسوف يتدفق في قنوات المضخة أو الفراغ المحيط بالدفاعة، وتتشكل تلك القناة بحيث توجه السائل ثانية الى جذور الريش (ريش الدفاعة التي تليها)، وبالتالي فهي تكرر المداولة لتتألق زخما (قوة دافعة) متزايدا في اتجاه مخرج (فتحة) التصريف .

وتضيف كل ريشة يتكرر مداولة السائل بها طاقة اضافية له، وعندما يمضى الوقت للمرور من مدخل الشفط الى مخرج التصريف يكون السائل تكرر مداولته عدة مرات وحقق علوا (رأسيا) مرموقاً .

ويعتمد عدد مرات مداولة السائل خلال الريش على قيمة العلو (الرأسى) التى تعمل المضخة ضده. فإذا كان من الممكن، على سبيل المثال وإن كان خطأ، تشغيل المضخة ومحبس التصريف مغلق فسوف يتداول السائل خلال الريش أقصى عدد من المرات .

وعند تشغيل المضخة ضد علو (رأس) مقداره صفر بحيث تكون ماسورة التصريف مفتوحة الطرد للجو مباشرة فسوف تكون مداولة السائل لأقل عدد من المرات، وتوفر لنا هذه التكييفية امكانية تصريف ثابت السعة (تقريباً) على مدى واسع من العلو (الرأسى). كذلك يراعى أن القدرة المطلوبة لتشغيل المضخة تزداد لأقصاها فى حالة الغلق (أقصى علو رأسى) وهى الحالة التى تعطينا أقصى مداولة للسائل، وعندما يتصرف الماء من المضخة تكون كمية المداولة أقل وعلى ذلك تقل القدرة المطلوبة، فإذا ازداد العلو (الرأس) تزداد القدرة .

وبالنسبة لهذه الخاصية فى نقص القدرة كلما نقص العلو (الرأس) فلا يمكن أن تسبب المضخة المحيطية زيادة (تجاوز) التحميل على المحرك فى أى تشغيل بشرط أن يكون محرك التدوير المستخدم بقدرة كافية لتشغيل المضخة ضد أقصى علو (رأس) للتصريف يمكن أن تتعرض له المضخة.

ويراعى أن خصائص مقدار العلو (الرأس) للمضخة المحيطية هو عكس خصائص المضخة المركزية القطرية التى يصاحبها نقص العلو كلما زادت سعة التصريف للمضخة، والتى من خصائصها نقص القدرة المطلوبة للحد الأدنى فى حالة الغلق «أقصى علو رأسى» والتى تزيد فيها القدرة المطلوبة تدريجياً كلما زاد العلو (الرأس) وازدادت سعة التصريف ،

كما نجد أن المضخة المحيطية موجبة إلى حد بعيد في إزاحتها حتى لا يجوز السماح بخلق محبس في خط التصريف أثناء تشغيل المضخة، ويمكن انقاص سعة المضخة المحيطية إما بواسطة خنق صمام في خط الشفط، أو بواسطة ممر تحويل من التصريف إلى الشفط، ولا ينبغي بدء تدوير المضخة ومحبس التصريف مغلوق. ولا يجوز بأي حال من الأحوال أن تفلق محبس التصريف ولو جزئيا عندما تكون المضخة دائرة، ولا تعتبر المضخة المحيطية ذات إزاحة موجبة تماما مثل المضخات الدوارة أو الترددية ولكن فعلها موجب لدرجة أن الضغط يزيد بشدة عند غلق محبس التصريف. وتتشابه قواعد التركيب والتشغيل مع المضخات المركزية التي سيأتي توضيحها في الفصل السادس، ولا بد من تركيب الوسائل الكافية لضمان منع غلق محبس التصريف أثناء دوران المضخة، ولا يجوز غلقه إلا عند وقف المضخة للفحص أو الإصلاح .

كما يجب توصيل خط تحضير صغير من منبع خارجي إلى قرب قاع المضخة أو إلى خط الشفط .

٥ - ١٧ مضخات الآبار العميقة :

تعتبر مضخات الآبار العميقة طرازًا خاصًا من المضخات الطاردة المركزية وقد تم تطويرها لمقابلة احتياجات الخدمات الخاصة، حيث لقيت رواجًا في كثير من التطبيقات العملية .

وقد انتشر استخدام تلك المضخات في أعمال الري للأراضي الزراعية المستصلحة خصوصًا بالقرب من الصالحية ولبليس في الصحراء الشرقية، وكذلك في مناطق وادي النطرون بالصحراء الغربية .

ويراعى أن مضخة الآبار العميقة هي عبارة عن مضخة مركزية متعددة المراحل لها قطر صغير جدًا بحيث يمكن تركيبها في خروم الآبار بأقطار تتراوح من ١٥ سم إلى ٦٠ سم، ولما كان قطر المضخة صغيرًا لذا

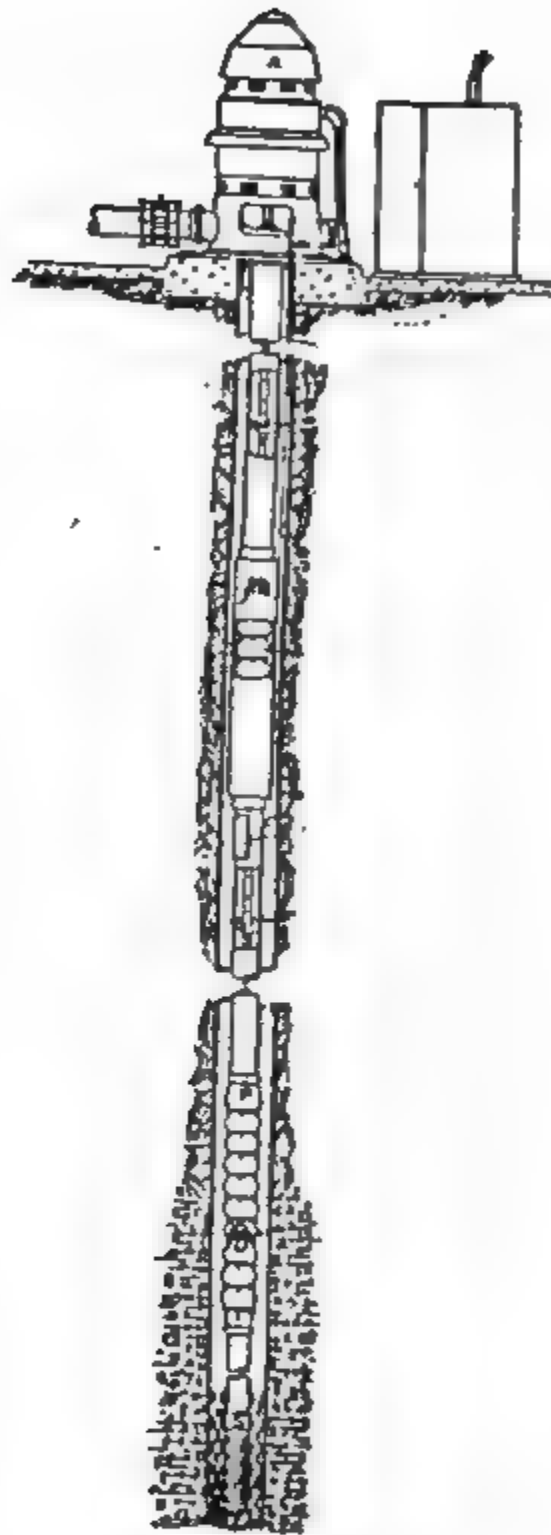
يتعين أن يكون قطر الدفاعة (الروحة) صغيراً، مما يحتم استخدام عدة مراحل لرفع المياه من البئر العميق .

ونجد أن المضخة في تلك الوحدات يتم تعليقها في نهاية ماسورة رأسية طويلة تمتد من البئر حتى سطح الأرض، ويستلزم ذلك أن يكون عمود الإدارة بطول يناسب طول الماسورة الممتدة في البئر العميق .

أما في الوحدات المغمورة فنجد أن إدارة المضخة تتم بواسطة موتور كهربى صغير القطر متصل مباشرة بالمضخة، وتعمل الوحدة جميعها غاطسة في ماء البئر، ويحتم ذلك أن تكون التجهيزات الكهربائية محبوكة تماماً وجيدة العزل ضد تسرب الماء، ونستغنى بذلك عن عمود الإدارة الرأسى الطويل وما يعثله من متاعب وتكاليف، إذ قد يمتد عمق البئر أحياناً إلى ما يزيد عن مائة متر .

وعند استخدام مضخة البئر العميق فسوف يتم في العادة تركيبها في بئر مثقوب يكون قطره أزيد بحوالى ٢ إلى ١٠ سم عن قطر جسم المضخة، ويتم تحديد جسم المضخة قياسياً لتناسب أقل قطر داخلى فعلى في البئر الذى يُحتمل أن يتم تركيبها فيه، وعلى ذلك يمكن تركيب المضخة التى قطرها ٢٥ سم أو أكثر، ويتم تبطين الآبار بمواسير فولاذ مثقوبة عند مختلف مناسيب المياه الجوفية المقدرة، لتسمح بتسرب رشح المياه إلى البئر، وتمتد ماسورة التبطين عادة إلى قاع البئر وينبغى أن يتجاوز عمقها إلى ما اسفل قاع تركيب المضخة .

ويتم حفر الآبار بنفس الطرق المتبعة في التنقيب عن البترول وتستخدم نفس معدات الحفر لذلك، وقد تطورت تقنيات الحفر في هذا المجال بدرجة كبيرة، كما تطورت أيضاً تصميمات مضخات الآبار العميقة بنفس الدرجة .



شكل رقم ٥ - ١٢ : مضخة تربينينة للآبار العميقة بماسورة تصريف رأسية

وتتكون الأجزاء الرئيسية لمجموعة الضخ من الآبار العميقة مما يلي:

١- وحدة المضخة .

٢- ماسورة التصريف (الطرد) .

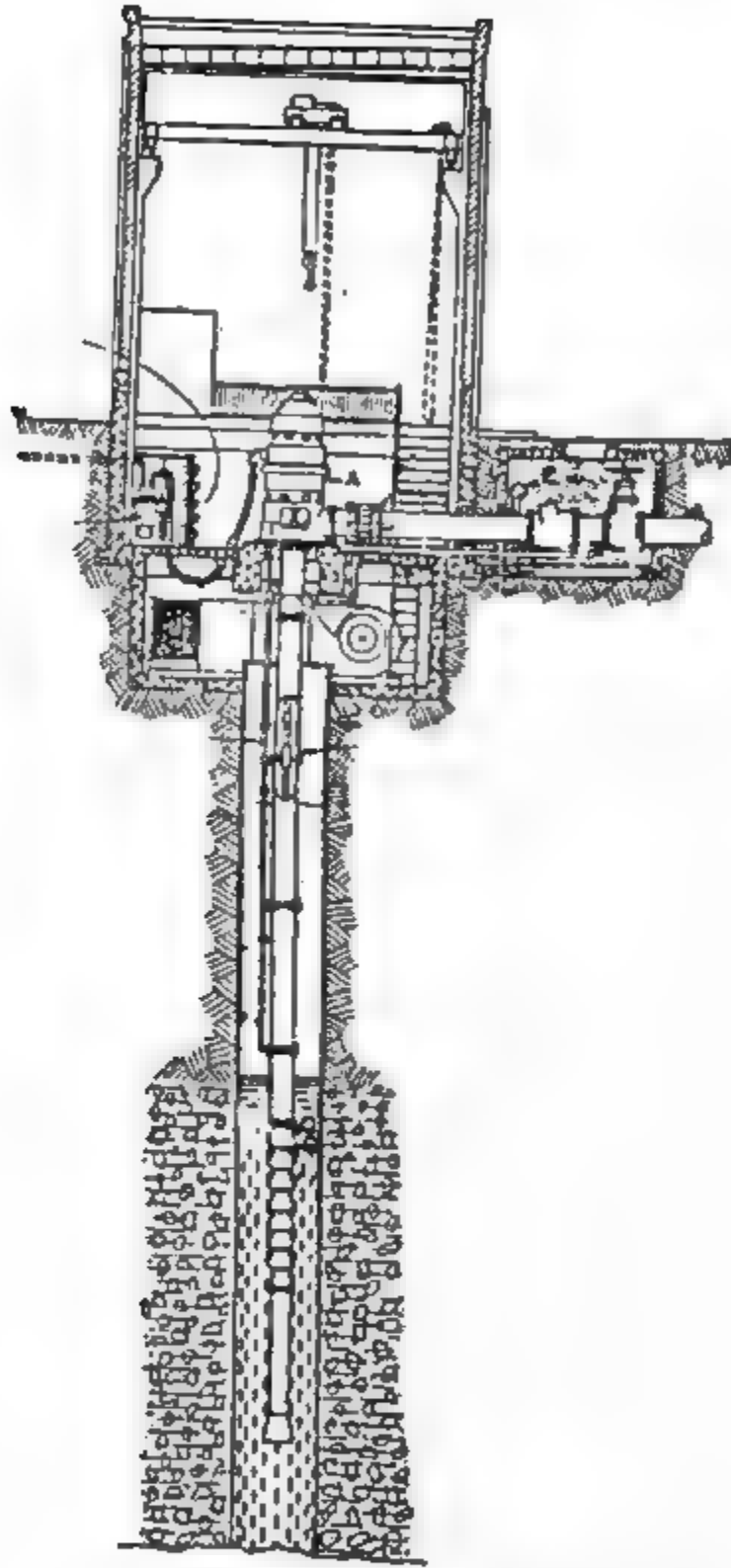
٣- عمود الإدارة مع الموتور (أو المحرك) أو الوصلات الكهربائية بين الموتور وخط التيار الكهربى .

ويبين الشكل (٥ - ٤٤) مقطعا فى مضخة بمرحلتين ولكل منهما دفاعة وقراب وريش توجيه .

وتحتوى ماسورة التصريف (الطرد) على عمود الدوران بمحامله وقارناته (الكوبلن) .

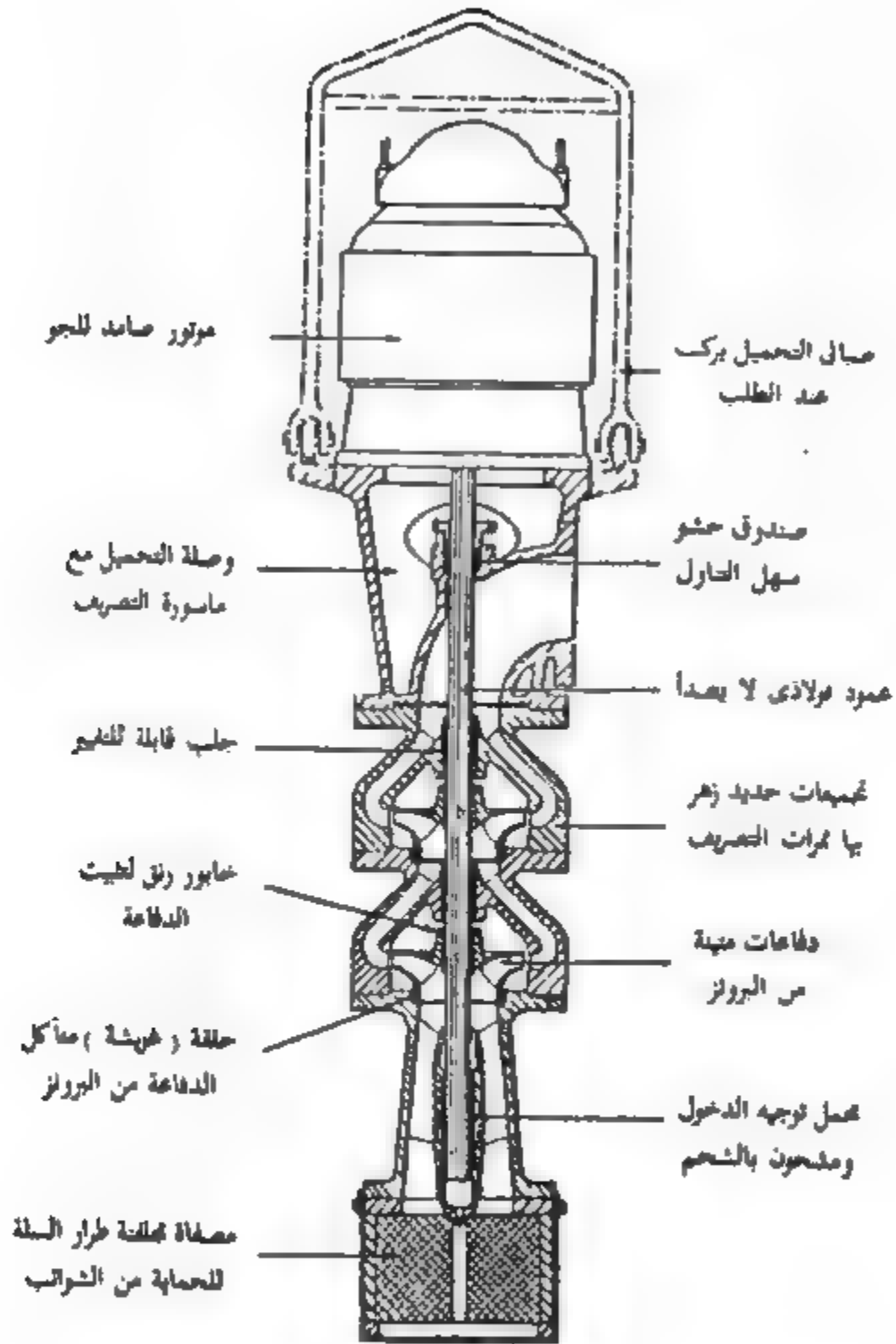
ويجوز استخدام محرك كهربى أو محرك ديزل لتشغيل المضخة، ولا بد من استخدام محمل دفع عند نهاية عمود الدوران تحت المحرك ليتحمل الدفع الناشئ من المضخة أو الموتور بالإضافة إلى وزن الأجزاء الدوارة .

ويعتمد علو (راسى) الضغط الناشئ، كما هو الحال فى كافة المضخات الطاردة، على قطر الدفاعة وسرعة دورانها، ولما كان قطر الدفاعة صغيرا نسبيا فى مضخات الآبار العميقة فلن نتوقع ارتفاع الضغط بدرجة كافية من مرحلة واحدة، كذلك يتم تركيب عدة مراحل متتالية (على التوالي) ليصبح الضغط الناشئ كافيا لرفع المياه من البئر العميقة وسوف يتناسب الضغط حينئذ مع عدد المراحل، وعلى ذلك فلو افترضنا أن لدينا مضخة تربينية مفردة المرحلة يمكنها رفع متر مكعب لمسافة ١٠ أمتار عند سرعة محددة، فإن عشرة مراحل من نفس التصميم وبنفس الحجم وتدور عند نفس السرعة يمكنها أن ترفع متر مكعب لمسافة ١٠٠ متر تقريبا .

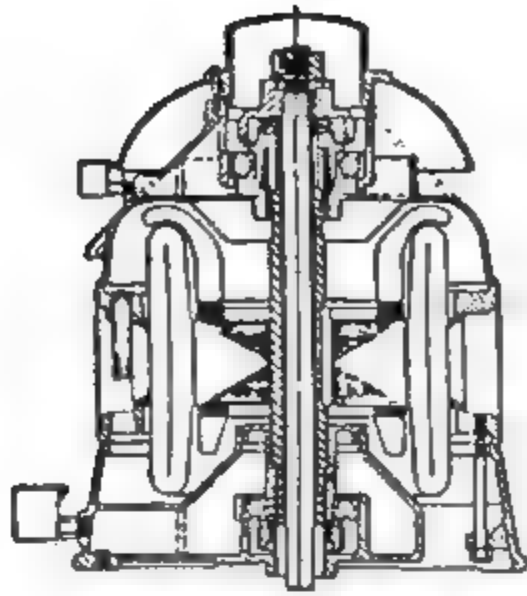


شكل رقم ٥ - ٤٣ : مضخة تربينيه للآبار العميقة في محطة حديثة
للضخ مزودة بمرفاع قنطري

ويكون فعل الضخ في المضخات التربينية للآبار العميقة معاثلا للمضخة الطاردة المركزية متعددة المراحل، حيث يتدفق السائل في مركز (عين) الدفاعة الأولى حيث يتم زخمه خارجا عند محيط الدفاعة بسرعة مرتفعة ناشئة عن قوة الطرد المركزي، ويجري التصريف في القراب أو الحلة وعندها تبطئ السرعة لتتحول تدريجيا إلى ضغط في المسارات القوقعية للقراب وبعدها تساق المياه في قنوات مصبوبة في الغلاف إلى الدفاعة التالية التي تعلوها، وتضيف المرحلة الثانية كمية معاثلة من الضغط إلى السائل وتقوم بتوريدها إلى الدفاعة التي تليها وهكذا، وبذلك تمر نفس كمية المياه من مرحلة إلى المرحلة التالية ، وتنال في كل مرحلة ضغطا إضافيا حتى تغادر المرحلة الأخيرة بضغط مساو لجموع الضغوط التي نالتها من المراحل المستقلة حيث يتم تصريفها نهائيا في عمود الطرد (راجع شكل ٥ - ٤٢) .



شكل رقم ٤٤ . ٥ : وحدة ضخ نمطية بمرحلتين مقرونة ومغلقة



شكل ٥ - ٤ : موتور تشغيل المضخة التربينية للآبار العميقة

مشاكل التشغيل والتصميم :

أهم المشاكل التي تواجهها بالنسبة لمضخات الآبار العميقة هي .

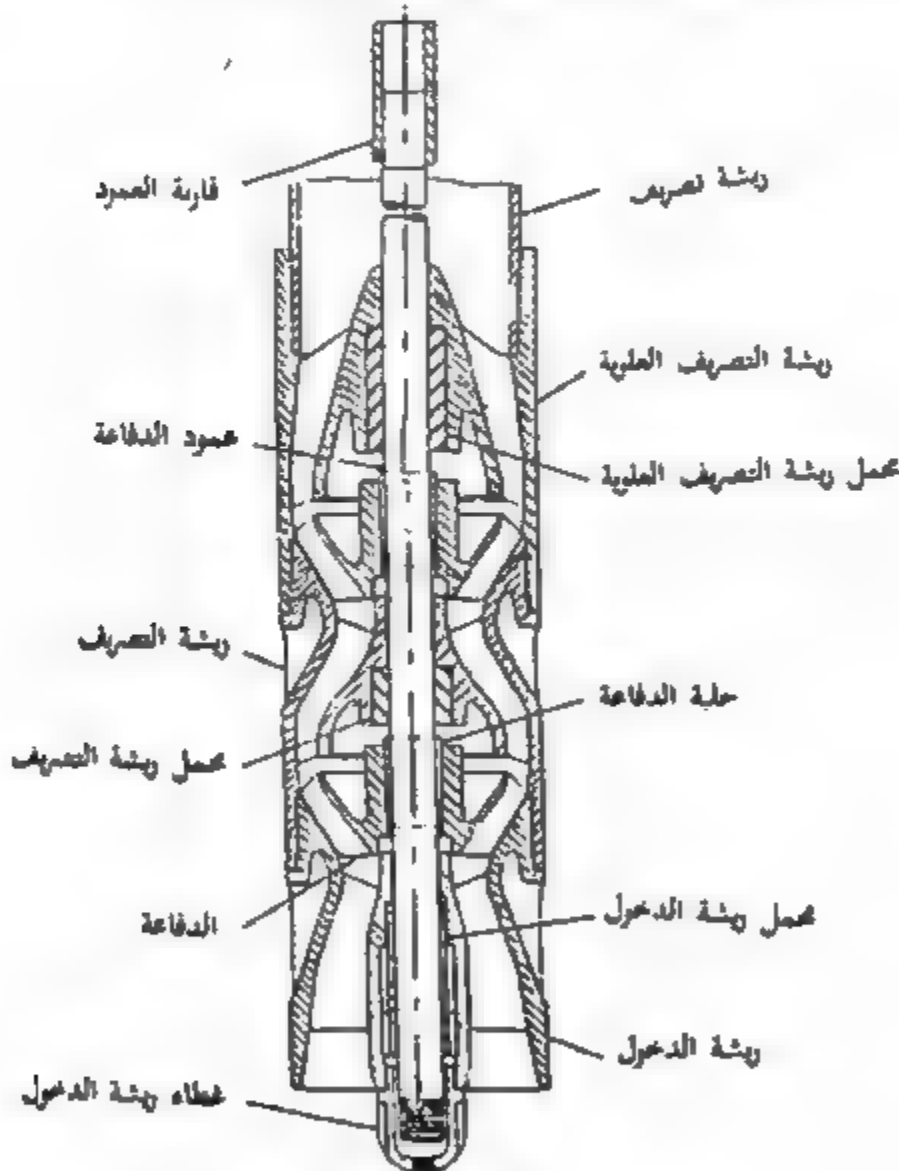
١- يراعى عند تعطل المضخة والرغبة فى حلها أنها تستلزم معدات رفع خاصة مثل الأوناش وأسلاك التحميل والقوامط وغيرها من التجهيزات التى قد لا تتوافر فى المناطق النائية مما يزيد من تكاليف الإصلاح والصيانة.

٢- تتعامل مضخات الآبار مع كميات ليست قليلة من الرمال المختلطة بالمياه مما يسبب تاكلًا شديدًا فى كافة الأجزاء الدوارة خصوصًا فى المحامل والكراسى، كما قد تسبب الرمال انسدادًا كليًا فى تجميعات شبكة الشفط وتتعدد عندئذ عملية سحب المضخة للإصلاح أو قد تصبح مستحيلة .

٣- تتفاوت الضغوط التى تحققها المضخة تبعًا لتفاوت منسوب المياه الجوفية موسميًا، مما يستلزم تصميمًا خاصًا للدفاعة بحيث يمكنها أن تتعامل مع ذلك المدى المتسع من الضغوط وبدون الإساءة إلى كفاءة المضخة أو تجاوز التحميل على محرك التدوير .

ولابد للتغلب على المشكلة الأولى أن يراعى عند تجهيز المحطة تزويدها بونش (مرفاع) له ارتفاع يناسب سحب أطول الأجزاء المكونة للمضخة مع اعتبار ذلك الإرتفاع فى انشاءات المحطة .

وقد يمكن التغلب على مشاكل الرمال باستخدام المضخات ذات التصميمات الخاصة لطراز المحامل والكراسى على أن يكون تزليقها بالشحم فى صندوق حبك خاص أو استخدام معدن الأعمدة من الفولاذ الذى لا يصدأ والمحامل من المطاط الخاص وتزليقه بالماء .



شكل ١٦.٥ : مقطع فى تقنيات مضخة ترينيتية رأسية

بدفاعات مفتوحة ومتصلة بعمود مفتوح الخط

أما بالنسبة لتجاوز التحميل على محرك التدوير والذي ينشأ عن تفاوت عمق الماء في البئر فيتحتّم استخدام دفاعات من الطراز نصف المغلق بحيث يمتحنا إزدواجاً من خصائص المضخة الطاردة المركزية والمضخة المحورية (المروحبة) ، ويصبح المنحنى الخصائصى للمضخة له مدى أوسع في خصائص القدرة المطلوبة دون التضحية بكفاية المضخة، بالإضافة إلى أن الدفاعة المفتوحة أو نصف المغلقة أقل تأثراً بتغيرات الضغط ودقة الخلوصات التي تتعرض للبرى الشديد من الرمال أو غيرها من الشوائب.

المحامل والوصلات :

يراعى في كثير من التصميمات الحديثة لمضخات الآبار العميقة التربينية أن المحمل الرئيسى العلوى للدفاعة وكذلك باقى محامل عمود الدوران يتم حمايتها بوضعها في ماسورة مغلقة لتحقيق الأغراض التالية:

- ١- تستخدم الماسورة كسنادة متينة لمحمل عمود الدوران .
 - ٢- تسمح الماسورة بتزليق كافة المحامل من مشحمة مفردة يتم ترتيبها في العادة أعلى ماسورة الضخ .
 - ٣- تمنع الماسورة تسرب الرمال أو الشوائب للمحمل فتحميه من التآكل ويجرى في العادة اتباع إحدى طريقتين لتزليق محامل العمود .
- أولاً : يمكن ملء ماسورة العمود التي تعمل بها المحامل بالزيت أو الشحم .

ثانياً : يمكن تغذية الزيت بواسطة التنقيط من مزينة مركبة على أعلى عمود الدوران فينسب الزيت لأسفل حتى موضع المحامل ويتم التحكم في المزينة بواسطة صمام قطع مغناطيسى (سلونويد) يعمل على قطع الزيت عند وقوف المضخة.

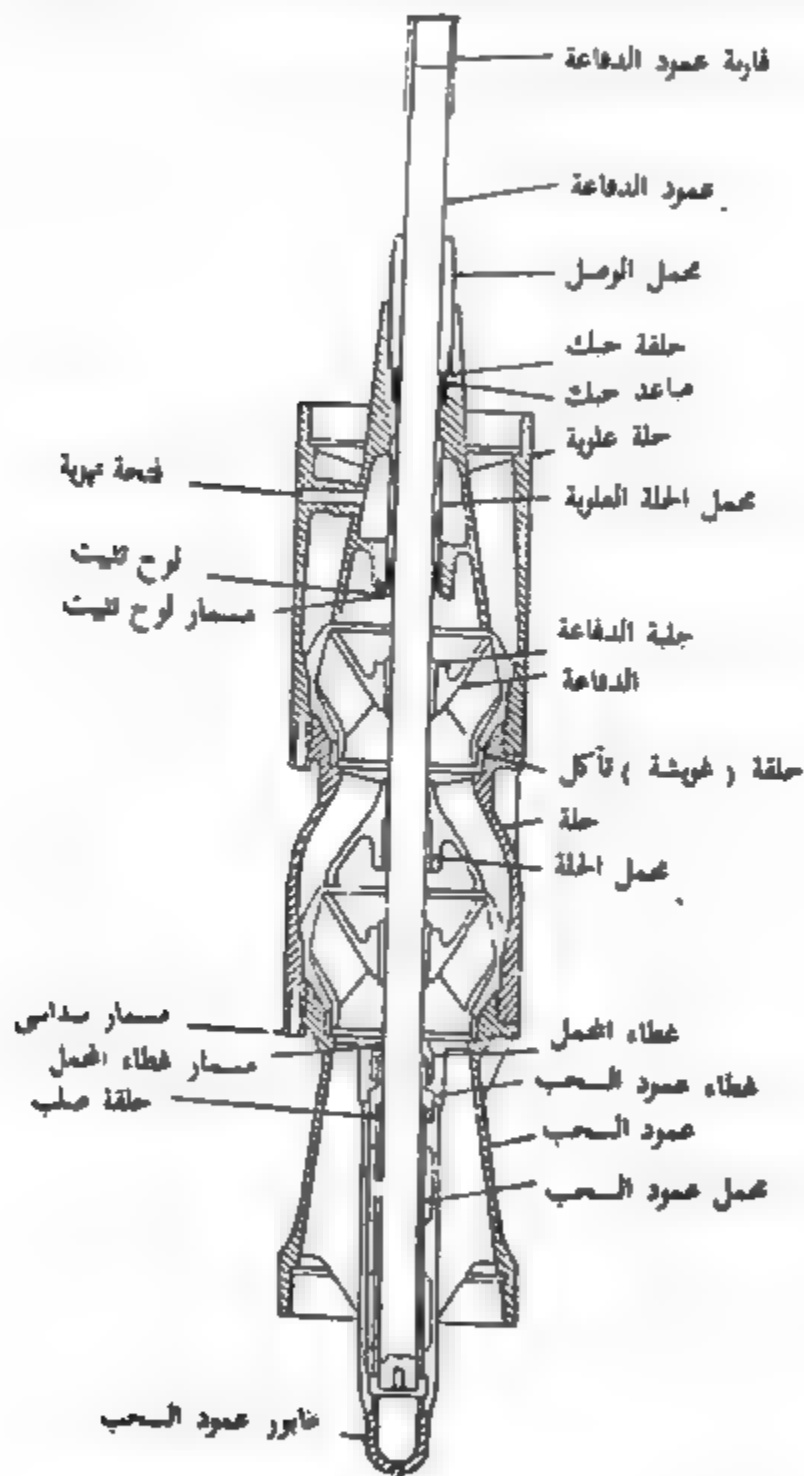
ويراعى في أغلب التصميمات الحديثة أن عمود الدوران مزود بمحامل على مسافات تتراوح بين مترين وثلاثة أمتار .

ويصمم خط عمود الدوران من أجزاء تبادلية طول كل منها حوالى ٣ أمتار لتسهيل التركيب وإمكان زيادة طول عمود الدوران عند مبرط منسوب المياه في البئر .

ويراعى أن الدفع الناشئ عن الدفاعات بالإضافة إلى وزن عمود الدوران والدفاعات ذاتها يتم اعتبارها بإحدى طريقتين :

أولاً : وضع محمل دفع في الناقوس العلوى لتجميعية الموتور.

ثانياً : تركيب محمل الدفع بالقرب من تجميعية المضخة وقربها.



شكل ٥ - ١٧ : مقطع في تقفيزات مضخة تزيينية رأسية

لها دفاعات مغلقة ومتصلة بعمود مصمت

٥ - ١٨ مضخة الآبار العميقة المغمورة :

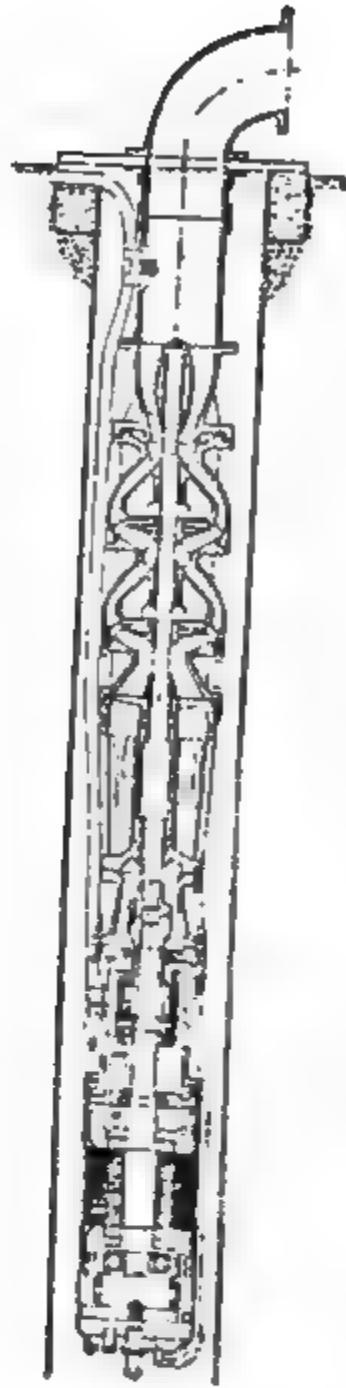
وهي مضخة مكونة من موتور كهربى محكم الغلق مركب أسفل مضخة تربينه للآبار العميقة، ويتم تعليق هذه التجميعية المتضامة فى ماسورة التصريف، ويجرى تشغيلها مغمورة تماما فى ماء البئر. وقد يستخدم لوح سطحى أو قامطة شديدة يتم فيها تعليق الماسورة والتجميعية، بحيث يستقر الحمل على الأرضية الأساسية لمحطة الضخ (شكل ٥ - ٤٨) ويستخدم كابل معزول ضد الماء لتوصيل التيار الكهربى للموتور المغمور .

ولما كانت الماسورة المدلاة فى البئر العميق محدودة القطر، لذلك يراعى صغر قطر موتور الدوران مما يحتم أن يكون طوله أكثر من المعتاد. ويمكن ايجاز المزايا التى تحققها المضخات المغمورة للآبار العميقة فيما يلى :

١- سهولة التركيب: إذ يتم إنزال المضخة وموتورها الملحق بها مباشرة فى البئر بزيادة وصلات الماسورة التصريف حتى نصل للعمق المطلوب، ويمكن أن تكون أطوال الوصلات عشوائية ولها شفاثر توصيل متماثلة، ونستغنى بذلك عن عمود الدوران بطوله ومحامله ومشاكل استقامته .

٢- تحسين الكفاءة : عندما نستغنى عن عمود الدوران ومحامله فإننا نزيل ما يقرب من ٥٠ ٪ من الأجزاء المتحركة ونوفر بذلك الحمل الناشئ من احتكاك الأعمدة فى محاملها خصوصا عند السرعات العالية كما يصبح تصريف الماء فى الماسورة أكثر انسيابية، إذ لا تعوقه المحامل وشداداتها وهى تسببا فقدا ايدروليا شديداً .

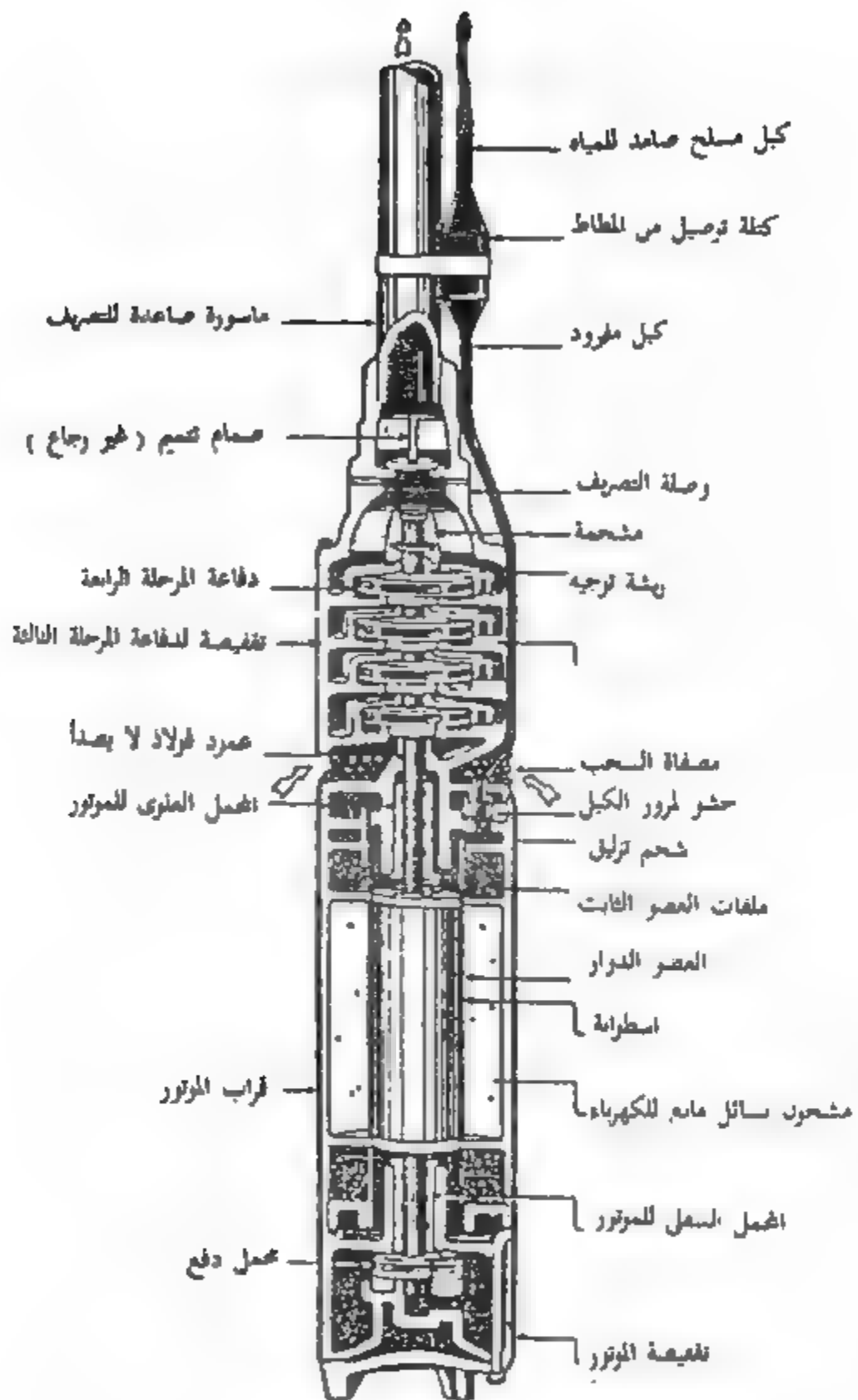
٣- تقليل مساحة قمرة المضخة : إذ تكون الوحدة مغمورة فلن توجد إنشاءات فوق الأرض تستدعى بناء قمرة أو حجرة لاحتوائها، وقد يلزمنا بالكشف عن ماسورة التصريف ووحدة الضخ وجود فتحة كشف وغطاء لا غير، وكل ما يطلب تركيبه فوق الأرض وهو بادئ الحركة للموتور الكهربى . ويمكن أن يكون مضاد للجبر ومحبوك



شكل ٤٨ . ٥ : مضخة مغمورة للآبار العميقة

بحيث لا يستلزم حجرة خاصة، وقد يمكن تعليقه في مستوى عالٍ
بحيث لا يتلف بفعل عمر المياه أو الفيضانات المتوقعة .

٤. إلغاء عمليات الضبط الميدانية : وهو ما تحتاجه مضخات الآبار
العميقة التقليدية، إذ لابد من مواءمتها ميدانياً للتعويض عن التغير
في ظروف التشغيل لطول أو قصر عمود الدوران .. الخ .



شكل ٥ - ٤٩ : مضخة مغمورة للآبار العميقة

٥ - ١٩ مضخة الآبار العميقة بالإدارة الأيدرولية :

يستخدم هذا الطراز من المضخات فى ناقلات الغاز المسيل، ويتم ادارتها بواسطة موتور ايدرولى قد يثبت فى أعلى الصهريج مع استخدام عمود طويل لنقل الحركة من الموتور الى المضخة التى يعلوها ماسورة راسية تحيط بعمود الإدارة وتستخدم كخط تصريف للسائل .

ويراعى أن هذا التنظيم مقصود به الحد من خطورة استخدام المحركات الكهربائية ومخاطر الحريق من سخونة الأسلاك أو تلف العزل أو حدوث شرارة كهربية فى جو مثالى للاشتعال ؛

ويتم إدارة الموتور الأيدرولى بواسطة الزيت المضغوط الناتج من مضخة دورانية مثبتة فى غرفة معزولة عن سطح البضاعة وينقل زيت التشغيل فى مواسير تمر على السطح الى الموتور الأيدرولى .

وتعتبر مضخة الآبار العميقة أساسا مضخة مركزية (طاردة) متعددة المراحل تبعا للضغط المطلوب استخدامه فى خطوط التصريف .

٥ - ٢٠ أعطال التشغيل فى المضخات المركزية :

موضع الخلل :

قد يكون العطل فى المضخة أثناء التشغيل فجائيا مثلما يحدث اذا انكسر عمود الإدارة وقد يكون الخلل تدريجيا من جراء تأثير الماء الزعاق (به نسبة كبيرة من الاملاح المعدنية) وتآكل الدفاعة أو القراب أو مثلما يحدث من التصدأ التدريجى بعاء البحر .

ويراعى أن السبب فى تدهاى المواد المصنوعة منها أجزاء المضخة يرجع أحيانا إلى سوء التطبيق مثل استخدام مضخة بها أجزاء برونز فى سائل حمضى .

أما أكثر الأعطال شيوعا فى المضخات ولعلها أصعبها فى الحل . فهى الاعطال الأيدرولية التى تشترك فيها مختلف طرازات وأحجام المضخات

المركزية، والتي تضخ أى نوع من السوائل، وعند أى معدل تدفق كذلك فى أى حرارة، وعند أى ضغط. ويراعى أن حوالى ٨٥٪ من الأعطال الايدرولية يقع فى جانب الشفط .

٤- تصريف للسائل :

١- أخفاق (أو عدم) التحضير، ويلاحظ عندما يتم تحضير المضخة خروج السائل من محبس التنفيس (منفص الهواء) خالياً من أية فقائيع هواء وانسياب مستمر للسائل من المنفص دون تقطع .

٢- نقص السرعة (من محرك التدوير) فإذا كان المحرك كهربائياً فيجب التحقق من قيمة الفولت المار بالخط، وإذا كان المحرك تربينيا أو ديزل فيجرى التتبع على أنه يعمل بقدرته المقننة .

٣- زيادة ضغط (رأس) التصريف عامة عما هو مقدر، ويكون بسبب انسداد فى المواسير من قشور صدا أو أى عائق أو محبس غير مفتوح لآخره. ولا بد أولاً أن نتحقق من أن محبس عداد الضغط غير لاصق (مزرجن) فى وضع مفلق .

٤- زيادة رفع الشفط لدرجة كبيرة، ولا بد من مراجعة توصية الصانع بالنسبة لاقصى رفع شفط تستطيعه المضخة ويكون عادة حوالى ١٤.٦ م (١٥ قدماً) للمضخات المركزية. وقد يرجع السبب إلى انسداد مدخل المضخة بالحشوف أو أى عائق أو انسداد المصفاة أو الشبكة كما يجوز أن يكون قرص فى صمام القدم مكسوراً .

٥- انسداد الدفاعة ، من تراكم قشور صدا أو أجسام صلبة فيها بحيث تمنع مرور السائل فى معراتها وبالتالي ينقطع التصريف .

٦- خطأ فى اتجاه الدوران، ولا بد من مطابقة اتجاه دوران المضخة مع اتجاه السهم على قرابها، كما يجوز أن يكون السبب العبث بأسلاك المحرك الكهربى فيعكس اتجاه الدوران .

تصريف السائل غير كاف :

ومعناه أن المضخة تقوم بتصريف السائل بكمية أقل من السعة المقدرة للمضخة وقد يكون هذا الوضع خطيراً بنفس الدرجة كما لو انقطع التصريف تماماً، لأن ذلك يجعل الوحدات الثمينة التي يسخ إليها السائل معرضة للخطر. فإذا لم يكن هناك واحداً من العيوب التي تؤدي إلى انقطاع التصريف تماماً فهناك الأسباب الآتية :

- ١- تسريب هواء (تنفيس) ويتضح من انخفاض الضغط في عداد الشفط ويحدث التسريب من صندوق الحبك (الحشو) أو في خط الشفط بسبب حشيات بالية بين شفاثر توصيل المواسير ببعضها أو عدم إحكام رباط المواسير .
- ٢- ضغط الشفط منخفض جداً، وبسبب غليان السائل وتحويله إلى بخار، ويتضح ذلك من تذبذب مؤشر عداد ضغط الشفط، ويجب الرجوع للصانع ومناقشة الوضع معه .
- ٣- صمام القدم أقل من الحجم المفروض، ومن الضروري أن تكون مساحة مقطعه ما بين ١,٥ : ٢ ضعف مساحة مقطع ماسورة الشفط .
- ٤- ارتفاع اللزوجة للغاية، وتتناثر السعة المقدرة للمضخة بشكل واضح إذا استخدمت لسائل مختلف اللزوجة عما هي مصممة على أساسه.
- ٥- صمام القدم أو فتحة ماسورة الشفط ليست مغمورة بشكل كافٍ.
- ٦- عيوب ميكانيكية مثل : حلقات التلمبيس البالية أو تلف الدفاعة أو عيب في قراب المضخة .

انخفاض ضغط التصريف :

وقد ينشأ لسبب مما سبق توضحه أو :

- ١- غاز أو هواء في السائل، ومن الممكن ملافاة العيب باستخدام درع الاعتراض .

٢- وجود عائق في ممرات الضخ أو صفر قطر الدفاعة للمغاية .

المضخة تعمل لفترة ثم تفقد الشفط (التحضير) :

١- تسريب (تنفيث) هواء في خطوط مواسير الشفط .

٢- انسداد الحبك المائي .

٣- زيادة رفع الشفط عن المقدر .

٤- وجود هواء أو غازات في السائل .

زيادة التحميل على محرك التدوير :

ويتضح أن المضخة تستهلك قدراً كبيراً جداً في التشغيل ، وقد يكون الخلل ايدرولى مثل انخفاض رأسى التصريف مما يسمح للمضخة بطرد كمية أكبر كثيراً من السائل ، فيزيد الحمل على المحرك ، كذلك فإن استخدام مضخة لسائل أخطر مرتفع في ثقله النوعى ولزوجته يزيد من التحميل على المحرك ، كما أن السرعة الزائدة تستهلك قدراً أكبر ، بالإضافة إلى العيوب الميكانيكية التالية :

١- عدم الاستقامة (اللاتحاذى) بين المضخة والمحرك .

٢- إنثناء عمود التدوير .

٣- تشوه في قراب المضخة لخطأ استناد مواسير الخطوط عليها .

٤- زيادة التقريط (أحكام) على مسامير صندوق الحشو .

٥- عيب حشو في القراب .

٦- قفش (زرجنة) بين الأجزاء المتحركة والثابتة (حلقات التلبس البالية) أو العضو الدوار أو التهاب صناديق الحبك (الحشو) ، وينتج عن زيادة التقريط أو نقص التشحيم ، أو زيادة أو عدم مناسبة نوع الحشو المستخدم أو عدم كفاية سائل الحبك المتدفق للحشو أو خطأ في تركيب الحشو .

الاهتزازات الشديدة :

وتنتج عن وجود غازات أو هواء في السائل مما يؤدي إلى اعواز (افتقار) في الضغط، كذلك وجود الجيوب الهوائية في خط الضغط .
وقد يكون السبب ميكانيكيا مثل اللاتخاذى أو عيب فى الكراسى الخ .

التهاب المحامل :

ويقتسب عن عدم مناسبة التزليق سواء اختيار خاطئ لنوع الشحم أو الزيت أو تطبيق سيء فى استخدامه بكميات أقل أو أكثر من المطلوب .
ومن الممكن أن ينشأ عن اللاتخاذى أو عدم كفاية مورد التبريد أو انسداد فى مجارى التبريد أو تقريط شديد على رباط المحامل .

الباب السادس

تركيب وتشغيل المضخات

لا تخفى أهمية التركيب الصحيح للمضخة في ملافاة الكثير من متاعب التشغيل أو أعباء الصيانة، وكثيرا مايرجع السبب في عيوب المضخة وتكرار أعطالها إلى خطأ في التركيب. ويمكننا تقسيم متطلبات تركيب المضخة إلى الاعتبارات التي سيتم توضيحها .



٦ = ١ الموضع

من الضروري أن توضع المضخة في مكان يسهل الوصول إليه وأن يكون حولها من الفراغ ما ييسر النفاذ إليها بحيث يتمكن الملاحظ بسهولة من مراقبة حالة صناديق الحبك أو جلب الحشو... أو المحامل أو غيرها أثناء التشغيل، كما يلزم أن يكون الحيز الراسي فوقها كافيا لتركيب مرفاع لأعمال الإصلاح والصيانة وبحيث يمكن سحب أطول الأجزاء من موضعه رأسيا إذا استلزم الأمر خصوصا إذا كانت المضخة في وضع رأسي، وينبغي حماية المضخة من الانغمار (الغمر) بسبب أي فيضان أو طفق أو فايط .. أما في الطرازات الباهظة التكاليف فلا بد من اتباع تعليمات الصانع بكل دقة على أن يتولى أعمال التركيب فني متخصص .

ويجب اختيار موضع المضخة أقرب ما يمكن لمورد المياه، أو المستودع المطلوب ضخ محتوياته، بقدر ما تسمح الظروف العملية، ويؤدي ذلك في العادة إلى تقليل علو (راسي) الشفط ويسمح باستخدام مواسير قصيرة مباشرة ويستحسن ألا يزيد علو الشفط السالب (الرفع) عن ٤,٥ متر للماء البارد عند سطح البحر وبحيث يقل رفع الشفط عن ذلك إذا زادت درجة الحرارة أو زاد الارتفاع عن سطح البحر.

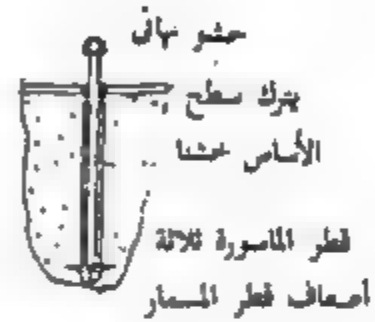
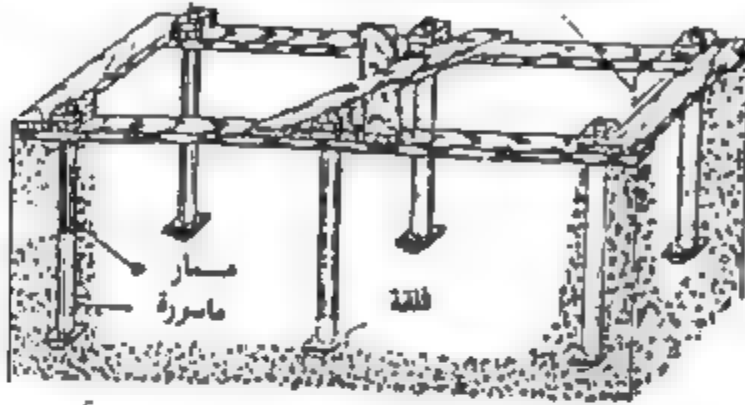
٦ = ٢ التثبيت

تكون المضخة موضوعة على لوح القاعدة إذا كانت مقرونة (مرتبطة) مباشرة مع محرك انارتها. ويتم تثبيت لوح القاعدة بشدة متينة على أساس (صبة) الخرسانة. ويجري وضع مسامير الأساس في صبة الخرسانة كما هو مبين في شكل (٦-١).

وينبغي أن يمتد مسمار الأساس فوق الخرسانة بحيث تأخذ في الاعتبار سمك التجصيص اللازم (التقطيب) وتخانة لوح القاعدة وارتفاع فلقة (وردة) وصامولة الرباط. وتراعى نفس الاعتبارات إذا تم ربط لوح

القاعدة مباشرة على إحدى العوارض أو العتبات الصلب التي تكون هيكل الأرضية في غرفة المحركات، كما هو الحالة في السفن، وليس من الضروري أن يكون الأساس كبير الحجم، ولكن لابد أن تكون كتلته كافية لتمتص أي اهتزازات. وبحيث يشكل تثبيتاً جاسئاً (متيناً) للوح القاعدة.

مسافة مساوية لتحانة القاعدة
مرور المسار كاف للتجميع



شكل ٦ - ١ : تفاصيل وضع مسامير الأساس في صبة الخرسانة

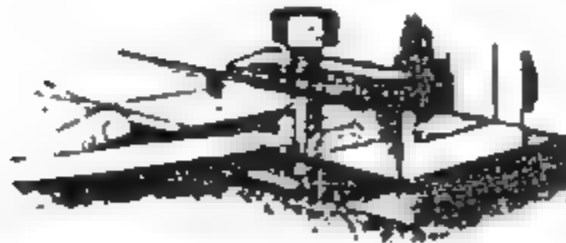
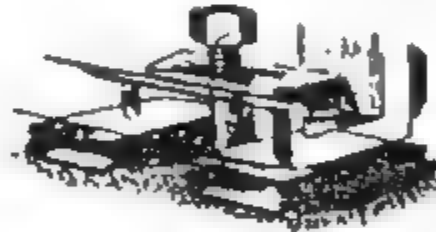
فإذا كان دوران المضخة عن طريق سير فلا بد أن يؤخذ في الاعتبار أجهاد السير عند التركيب ومراعاة وضعه ما بين المضخة والمحرك. وربما يكون من الأوفق لاعتبارات نظافة الأرضية، أن تحفر مجرى حول أساس (صبة) الخرسانة ويتم توصيلها بماسورة تصفية لتصريف ما قد يتسرب من السوائل إلى الأرضية.

ويجب عند ربط لوح القاعدة بمسامير الأساس في صبة الخرسانة أن نراعى تساوى الأجهاد بين كافة الأجزاء إذ قد يتسبب تجاهل هذا الشرط في اخلال التحاذى (الاستقامة) بين المحامل وبعضها، ويؤدي بالتالى إلى زيادة الاحتكاك وضياع القدرة وتكرار استبدال المحامل والحشو مع ما يصحب ذلك من أعمال وضياع للوقت، ومما يوصى به ألا يتم

مطلقا ربط المضخة مع محركها على لوح القاعدة قبل أو أثناء الشحن والنقل، فمهما كانت قوة لوح القاعدة، فقد يتغير سطحه أو ينبعج لأسباب متعددة أثناء التحميل أو الجرف في مختلف مراحل النقل والشحن، وعند تركيب مضخة ومحرك تدويرها على لوح قاعدة واحدة فمن الضروري استخدام أسفين تحت كل ركن من أركان لوح القاعدة بالقرب من مسامير الأساس وذلك للتحكم في استواء القاعدة والمضخة بالنسبة لمواسير الشفط والتصريف .

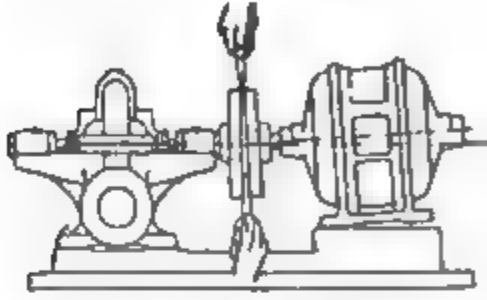
فاذا تسبب عيب في تغيير استواء لوح القاعدة، فقد يكون من الضروري استبدال اللوح الى حالته الأولى من التواء. ولذلك فالأحسن الا يتم تركيب المضخة وربطها في محرك تدويرها الا بعد تحقيق الاستقامة .

ويتم تركيب الوحدات التي تدار بسير بحيث تكون طارة المضخة وطارة المحرك على استقامة صحيحة (متحاذية) وقد تركيب المضخة ذاتها على رقائق أو أسافين حتى يمكن التحكم في تحاذيها واستقامتها لضبط الأسافين أو تعديل الرقائق. وينبغي بعد أن تتم عملية الاستقامة أن يكون دوران العمود حرا (سهلا) بواسطة اليد .

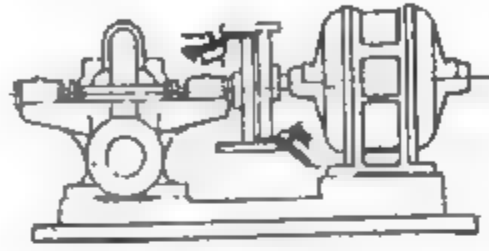


شكل ٦ - ٢ : تحقيق استواء لوح القاعدة باستخدام أسافين

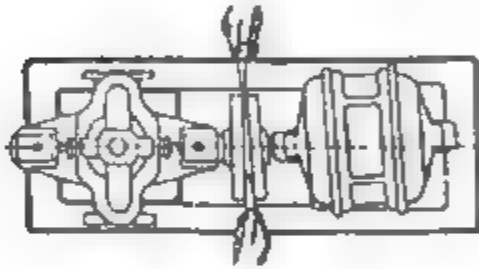
وينبغي أن يكون جزءا القارنة متطابقين في المركز ومتوازيين في الواجهة. ويجرى التتميم على تحاذي جزئي القارنة، بوضع حافة مستقيمة على أربع نقط تتباعد 90° عن بعضها على المحيط الخارجى، فإذا لم يكن الجزءان متمركزين فلن تتماس الحافة المستقيمة مع شفة القارنة، شكل (٣-٦)، والتتميم على توازي جزئي القارنة يتم وضع مجس حساس بين



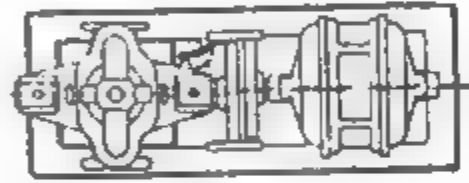
قاس التحاذي الرأى العمودى والسفل



قاس التحاذي الرأى للأجناب



قاس التحاذي الرأى الأيسر والأيسر



قاس التحاذي الأفقى للأجناب

شكل ٣-٦: التتميم على استقامة المضخة باستخدام مقياس حساس

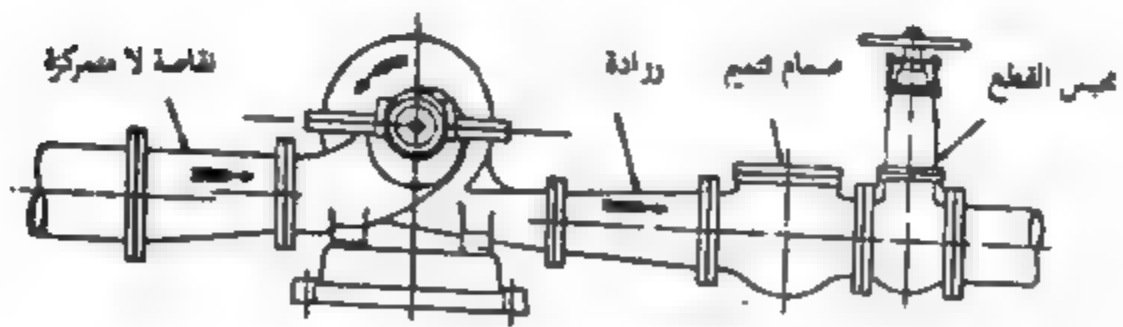
نصفى القارنة عند أربعة نقط تتباعد 90° عن بعضها على المحيط الخارجى والمعتاد أن يكون التباعد بين وجهى القارنة حوالى ٢ مم، ولا يصح مطلقاً أن يتلامس الوجهان، ولا بد من مراعاة أن القارنة المتثنية لا تعوض أبداً عن عدم التحاذي. وسوف ينتج حينئذ ناكل (برى) سريع لجلب القارنة بالإضافة إلى التهاب المحامل وهبوط الكفاية، فإذا كانت المضخة معرضة لارتفاع حرارتها أثناء التشغيل بسبب السائل المضخوخ أو محرك التدوير

(تربينة بخارية مثلاً) فينبغى القيام بعملية التحاذي فى نفس ظروف التشغيل الحرارية .

ولا يصح تركيب مواسير الشفط أو التصريف إلا بعد أن تجف الخرسانة وتقرى تماماً، كما يجب إعادة التتميم على رباط مسامير الأساس وعلى التحاذي، وعندما يتضح عدم مناسبة فتحة الشفط لمواسير الشفط بسبب اللاتحاذي بين المضخة والمواسير فلا بد من معالجة الحالة بوضع رقائق تحت لوح القاعدة ولا ينبغى بأى حال من الأحوال إجبار التلاقى بين شفاثر (فلنجات) المواسير وشفاثر فتحات المضخة، إذ أن ذلك يؤدي حتماً إلى الاساءة والاخلال بتحاذي المضخة.

٦ - ٣ مد مواسير التصريف :

يجب أن يتم تركيب محبس قطع (سكينة) وصمام التتميم قريباً من طرد المضخة، شكل (٦-٤)، ويوضع صمام التتميم بين المضخة ومحبس القطع وذلك لأن صمام التتميم (التوكيد) يحمى المضخة من طرق الماء، كما يمنع تدفق الماء فى الاتجاه المعاكس (المضاد) إذا ما تعطل محرك المضخة، ويراعى أهمية وضع محبس القطع مغلقاً أو مفتوحاً عند بداية تشغيل المضخة ومواءمة التصريف تبعاً لطرأها، وكذلك عند استخدامه



شكل ٦ - ٤ : موضع صمام التتميم بين المضخة ومحبس القطع

لضبط سعة المضخة ومواءمة التصريف بالكمية المطلوبة، ويراعى فى حالة المضخة المركزية أنه كلما زادت سعة التصريف زادت القدرة اللازمة، ومعنى ذلك أن أية زيادة فى السعة تعنى اسرافاً لا ضرورة له فى استخدام القدرة .

وينبغى أن تكون مواسير التصريف أقصر ما يمكن، ومباشرة التوصيل حتى يقل الفقد (فى العلو) الناشئ عن احتكاك السائل فى المواسير (الطويلة أو الضيقة) إلى أقل ما يمكن، ويلاحظ أن الاحتكاك غير اللازم فى المواسير يستهلك قدرة وذلك مما يزيد فى نفقات التشغيل.

ويجب أن يتم اسناد المواسير مستقلة عن المضخة، وبحيث لا ينشأ عنها أى إجهاد على قراب المضخة عند ربطها على مسامير شفير (فلنجة) فتحة التصريف بالمضخة .

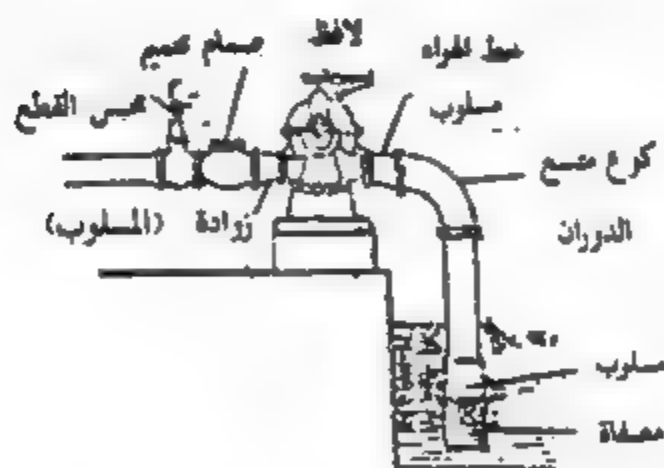
ويستحسن أن يزيد حجم (قطر) ماسورة التصريف بعد فتحة المضخة لتقليل الضائع من العلو (الراسى) بسبب الاحتكاك، ولكن يراعى أن اختيار حجم (قطر) الماسورة خاضع لنفقات التكلفة السنوية.

٦ - ٤ تركيب خطوط الشفط

يراعى أن تجاهل الاعتبارات الصحيحة عند تركيب مواسير الشفط يتسبب فى الكثير من المتاعب وأعطال التشغيل ويضيع على المضخة فرصتها فى أن تعمل بأقصى كفاءتها .

ومن الضرورى أن تكون مواسير الشفط أقصر ما يمكن ومباشرة ومستقيمة بقدر الامكان كما يجب أن يكون الفقد الناتج عن الاحتكاك أقل ما يمكن، ولذلك ينبغى أن يكون قطرها أكبر من قطر فتحة الشفط للمضخة مع مراعاة تقليل الانحناءات (الأكواع) فى الماسورة للحد الأدنى، كذلك يتحتم أن تكون الانحناءات متسعة الدوران (قطر كبير على الواسع) بقدر ما تسمح الظروف العملية. وإذا اقتضى الوضع مد مواسير الشفط

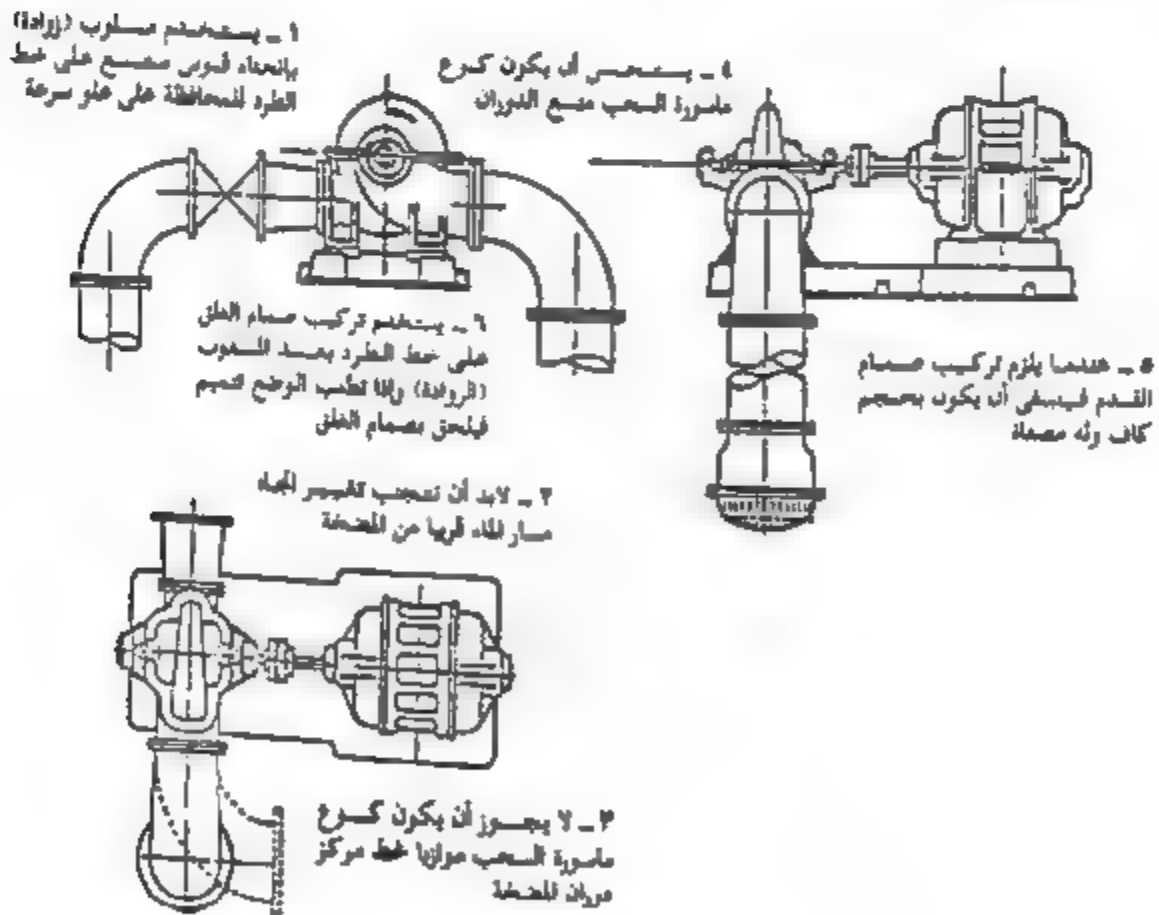
افقيا فلا بد أن تنحدر الماسورة بعيل من المضخة إلى موارد التغذية وتكون زاوية الميل حوالي درجتين، وبشرط وجود أعلى نقطة في ماسورة الشفط عند وصلة المضخة. فإذا كانت هناك مواسير أخرى تعترض خط الشفط، فلا بد أن تمر ماسورة الشفط من تحت المواسير المعترضة وليس من فوقها، وذلك نوع من الاحتياط حتى لا تتكون جيوب هوائية، ويتحتم عموما أن نتجنب الخيات والنقط المرتفعة في خطوط مواسير الشفط، إذ أن وجود جيوب هوائية في الشفط يعوق التشغيل السديد للمضخة. ولا يجوز لنفس السبب استخدام نقاصة متمركزة الانحدار في خط أفقي للشفط بل يجب أن تكون من الطراز اللامتركز، بحيث يكون جانبها المنبسط لأعلى، حتى تكون في نفس مستوى قمة فتحة ماسورة الشفط، شكل (٥-٦). ولا يخفى أن النقاصة التقليدية تسمح بتكوين جيب هوائي في قمة الماسورة الأعلى، كذلك يراعى أن نتجنب تكون الجيوب الهوائية في أعلى محبس السكينة، إذا ركب رأسيا في خط الشفط، لذلك ينبغي تركيبه بحيث يكون الساق أفقيا وربما لا يتضح بسرعة تأثير الجيوب الهوائية على التشغيل للمضخة في كل الأحوال .



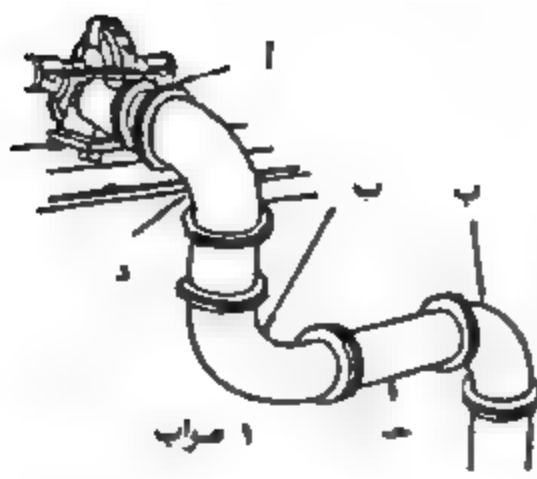
شكل ٥ - ٦ : التنظيم الصحيح لخطوط مواسير الشفط

وغالبا ما تدور المضخة بعد أن يتم تحضيرها بجيب هوائى فى خطوط الشفط، وقد تعمل بالصورة المعتادة لفترة من الوقت إلى أن ينسحب هواء كافٍ إلى الجيب فتتفقد المضخة تحضيرها (الشفط). ومن الممكن علاج الخلل الناشئ عن جيب هوائى باعادة التحضير (اضطرابيا)، وقد يضطر إلى القيام بالتحضير عدة مرات لتعمل المضخة بانتظام، وقد نستنزف عندئذ كل الهواء من الجيب مما يسمح بالتشغيل المنتظم للمضخة، ولكن الخلل يتضح ثانية بعد إعادة تشغيل المضخة، ولا بد أن يتم التعديل الاساسى لترتيب خطوط مواسير الشفط.

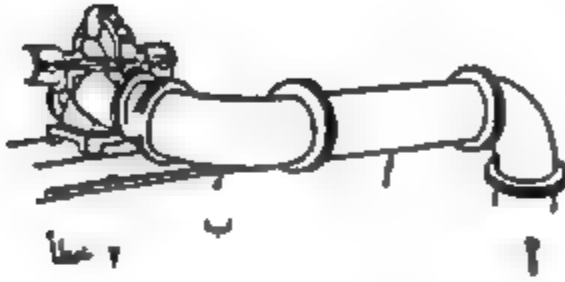
ويندر تركيب صمامات التتميم (ثابت الاتجاه) فى خطوط الشفط، ولكنها قد تستخدم أحيانا فى المنشآت التى تحتوى على مضختين أو أكثر عند الرغبة فى التشغيل على التوالى أو التوازي، ويؤدى ذلك إلى تقليل عدد المحابس التى ينبغي استخدامها لتغيير التشغيل من التوالى إلى التوازي.



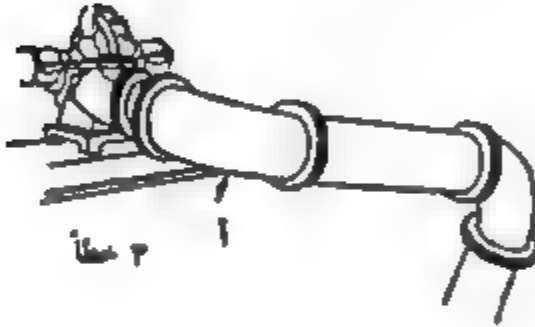
شكل ٦ - ٦ : توصيلات المواسير



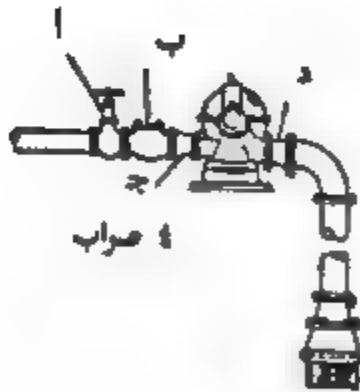
- ١ - صحيح :
- (أ) نقاصة لا متمركزة (مطلوب)
- (ب) كوع مع الدوران
- (ج) انحدار الماسورة لأسفل
- (د) يكون الكوع رأسياً بالضرورة
قرب المضخة



- ٢ - خطأ
- (أ) الماسورة المقلية
- (ب) الكوع أفقي

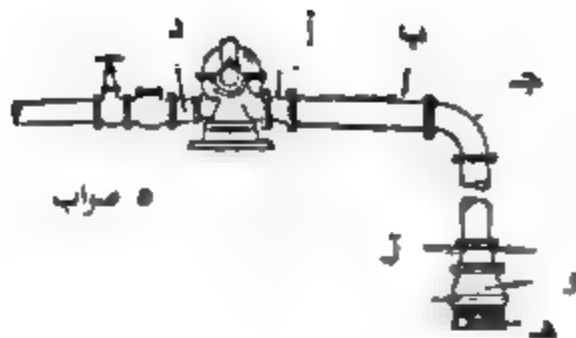


- ٣ - خطأ
- (أ) الكوع ليس رأسياً



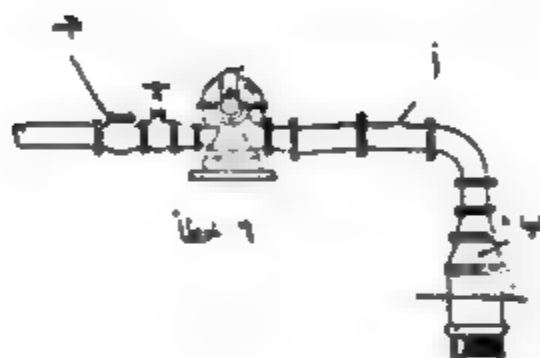
- ٤ - صواب
- (أ) محبس مكينة
- (ب) صمام تنميم
- (ج) روضة (مطلوب)
- (د) نقاصة لا متمركزة

شكل ٦ . ٦ (أ) : اجمالي صواب وأخطاء تركيبات خط الشفط



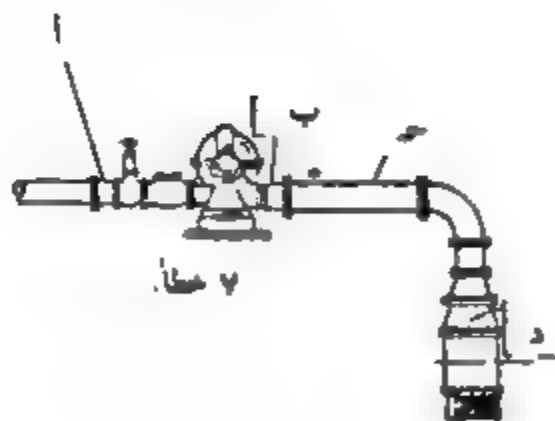
٥ - صواب :

- (أ) نقاصة لا متمركزة (مسلوب)
 - (ب) ماسورة الشفط تتحدر لأسفل
 - (ج) كوع متسع الدوران
 - (د) زوادة (مسلوب)
 - (هـ) مصفاة
 - (و) صمام قدم (إذا استخدم)
 - (ز) المنسوب وأعلى يرتفع معرا
- عن ماسورة الشفط.



٦ - خطأ

- (أ) جيب هواء لأن ماسورة الشفط لا تتحدر لأسفل
- (ب) صمام القدم لا فائدة منه إذا ارتفع عن منسوب الماء.
- (جـ) ينبغي تركيب صمام التعميم بعد الزوادة بين المضخة ومحسى التصريف .



٧ - خطأ

- (أ) الزوادة (مسلوب) ينبغي أن تكون بعد المضخة مباشرة
- (ب) النقاصة في جانب الشفط متمركزة
- (جـ) جيب هواء لعدم استخدام نقاصة لا متمركزة
- (د) صمام القدم لا فائدة منه إذا ارتفع عن منسوب الماء

شكل ٦ - ٦ (ب) : اجمالي صواب وأخطاء تركيبات خط الشفط

وتعتبر محابس القطع ضرورية فى خط الشفط خصوصا إذا كان علو (راسى) الشفط موجبا، إذ يتحتم غلق المحبس قبل تفكيك قراب المضخة للصيانة أو الإصلاح، ويراعى فى حالة المضخات المزدوجة الشفط أنه لابد من تركيب أنواع مواسير الشفط فى وضع راسى فحسب وقريبا من فتحات المضخة، وبحيث يكون الكوع معتدلا لأعلى أو أسفل، وذلك حتى يكون التدفق منتظما خلال الكوع، والمعروف أن التدفق قد يسمح بدخول ماء الشفط إلى ناحية أكثر من الثانية، ويؤدى بالتالى إلى نقص السعة وهبوط الجوبة وربما قد يتسبب فى التهاب محامل (كراسى) الدفع.

ولابد أن تكون خطوط مواسير الشفط ذاتية الاستناد ولايصح بالى حال من الاحوال أن يتم تحميل المواسير على المضخة، شكل (٦ - ٦).

صمام القدم :

وهو صمام لا رجعى ويستخدم فى نهاية خط الشفط حتى يمكن ملء خط شفط المضخة بالسائل من مورد خارجى عند بداية التحضير، كذلك يفيد هذا الصمام عند الرغبة فى تسليط ضغط هوائى فى خط مواسير الشفط بغرض استبانة موضع التنفيث، ويجب أن تكون مساحة مقطع الصمام أكبر من مساحة مقطع ماسورة الشفط بمرة ونصف، كما ينبغى أن تكون القلابات مترنحة للخارج علويا مع اتجاه السائل المتدفق فى ماسورة الشفط، ويراعى عند استخدام صمام القدم أنه من الضرورى تركيب صمام تنميم فى خط التصريف إذا كان تصريف المضخة ضد علو (راسى) استتيكى مرتفع، وذلك لأن تداعى قوة محرك التشغيل أو رقفه الاضطرابى سيسمح للماء أن يرتد للمضخة ومنها لصمام القدم لمعلق فيتسبب فى طرق مائى مدمر.

ويعتبر تركيب المصافى أو الشبكات ضرورة مع صمام القدم حتى لا

ينسد أو ينحشر به شوائب تعوق تقاعده، وتفضل الشبكة عن المصفاة فى الحالات التى نتوقع فيها شوائب أو أوراق أو حطام عائِم فى الماء مما قد يتسبب فى انسداد المصافى. وينبغى أن تكون فتحات الشبكة واسعة بدرجة تكفى لحفظ التدفق خلالها فى حدود لا تقل عن ٦ سم فى الثانية.

٦ - ٥ صندوق الحشو (الحبك) :

تكون المضخة فى العادة مزودة بصندوق الحشو قبل الشحن، فإذا كان من الضرورى تركيب صندوق الحشو، فلا بد من تنظيفها جيدا قبل وضع الحشو بها، ويجب العناية عند قطع حلقات الحشو بحيث تتلاقى كل أطرافها من غير تراكب، كما يراعى أن توضع الأطراف بحيث تتخلف كل حلقة مع التى تليها، وبحيث ترتحل الأطراف المتتالية ١٨٠°، وينبغى عند بدء تشغيل المضخة أن يتم التقريط على صندوق الحشو حتى يمتنع التفويت تماما ثم يتم بعد ذلك تهوية الرباط ليسمح بتسرب الماء من الحشو بمعدل نقطة كل ثلاث ثوان تقريبا، ولا بد من السماح بهذا التسريب البسيط أثناء التشغيل إذ يسمح للسائل بتزليق (تزييت) الحشر، وبالتالي فهو يمنع احتراقه أو إتلاف عمود الدوران، كما أنه يساعد على حبك الحشو لمنع تسرب الهواء إلى المضخة، وعند اكتشاف تسرب هوائى من خلال جلبة الحشو فمن المستحسن وضع زيت ثقيل فى صندوق الحشو قبل زيادة الرباط على صواميل جلبة زنق الحشو، ويلاحظ أن التقريط التام على الصواميل حتى ينقطع التسريب اللازم لعملية تزليق الحشو قد يؤدى إلى التهاب الجلبة وتجريح عمود الدوران أو انثنائه وزيادة (تجاوز) التحميل على محرك تشغيل المضخة. وينبغى أن تكون ماسورة توريد الماء لحبك الحشو (إذا كانت مركبة) سدودة للماء فإذا كان السائل المضخوخ حمضيا أو قذرا، فمن اللازم استحضار الماء المستخدم لحبك الحشو من مصدر خارجى نظيف، ويستحسن دائما أن نقوم بتدوير المضخة يدويا قبل بدء التشغيل حتى نتأكد أنه لا يوجد

احتكاك زائد فى صناديق الحبك، كما يراعى أن يتم تجديد الحشو من حين لآخر حتى تمنع التسريب الشديد.

٦ = ٦ المحامل والكراى :

يصدر الصناع فى العادة تعليماتهم الخاصة للعناية بالمحامل ويمكننا هنا أن نسترجع بعض التوجيهات العامة، فمن الضرورى أن يتم تنظيف المحامل بعناية قبل بدء التشغيل، وذلك لازالة الاوساخ والمواد الغريبة التى قد تكون تراكمت أثناء الشحن والتركيب، فإذا كان المحمل من طراز الجلبة وحلقة التزييت فيتحتم ملء حوض الزيت بالنوع المناسب، طبقا لتوصيات الصناع، مع مراعاة تغييره كلما اتسخ، وتنظيف المحمل ثانية، وقياس مدى البلى (التآكل والبرى) عندئذ، ويتحتم مراقبة حلقات التزييت عند بدء تدوير المضخة بفتح غطاءات المحامل حتى نتأكد ان الحلقات حرة الدوران وغير معاقة، وينبغى أن يتكرر التتميم على حالة المحامل خلال الساعات الأولى للدوران وذلك لمراقبة حالتها وعدم التهابها (زيادة سخونتها) .

فإذا كانت المحامل من نوع رمان بلى فيتم تزليقها بالشحم الموصى به من الصناع، ويراعى بهذا الخصوص أن زيادة التشحيم قد تؤدي إلى التهاب المحامل مثلما يسببه نقص التشحيم، وتتسبب المواد الغريبة فى المحمل سواء صلبة أو سائلة إلى تجريحه واتلافه فى مدة قصيرة لذلك يتحتم مراعاة نظافته دائما .

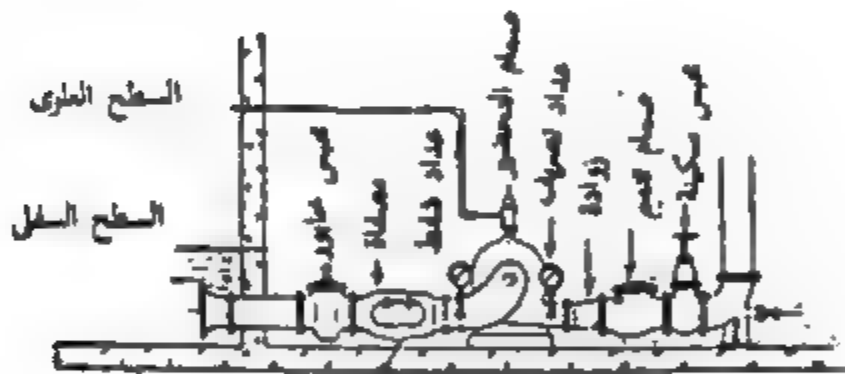
٦ = ٧ التحضير (بدء التدوير) :

لا يمكن أن تنتج المضخة المركزية ما تتطلبه من التفريغ لبداية تشغيلها ما لم يكن خط الشفط والقواب والدفاع خالين من الهواء وممتلئين بالماء، وينبغى اتمام هذه العملية التى تسمى التحضير قبل بدء تشغيل المضخة حتى لا تسبب اتلاف الاجزاء الداخلية للمضخة والتى

تعتمد على الماء لتزليقها (تزييتها) أثناء الدوران. ولا يصح بأي حال من الأحوال أن تدور المضخة بون أن يكون في قرابها وفرة من السائل لتزليق حلقات التلبيس، لذا ينبغي عدم تشغيل المضخة أثناء عملية التحضير، وسوف يتسبب دوران المضخة خالية من السائل ولو لثوان معدودة في بلى (تكلل) الحلقات مما يؤدي إلى هبوط الجودة (الكفاية)، أما إذا استمر التشغيل الجاف لمدة أطول فربما يؤدي إلى التهاب المضخة ويسبب قفش (زرجنة) حلقات التلبيس.

وهناك أربعة مناهج عامة مستخدمة لتحضير المضخات المركزية، ولكل منها امتياز خاص في أحد مجالات التطبيق، وسيجرى شرحها فيما يلي :

١ - تزويد المضخة بعلو (رأسي) شفط موجب

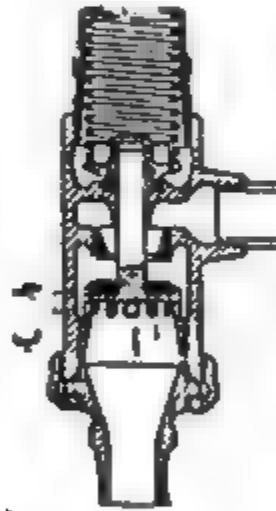


شكل ٦ - ٧ : مضخة مركزية ولها علو (رأسي) شفط موجب

ويتحقق علو الشفط الموجب بوضع المضخة تحت منسوب سطح التغذية، كما هو مبين في شكل (٦ - ٧)، وهو من أكثر المناهج المباشرة التي تضمن تحضير المضخة دائماً، ولكن ربما لا يتيسر ذلك الوضع في كثير من الانشاءات وتكون المضخة المركزية للرأسية ذات الدفاعة المغمورة جاهزة للتحضير ومستعدة للدوران، ولكن المضخة الأفقية قد تصبح

محاطة بالهواء، حتى لو كان لها علو شفت موجب، وليمكن علاج ذلك الوضع ينبغي استخدام منقس هواء أو صمام تحضير ذاتي في أعلى القراب ليطرد الهواء عند بدء التشغيل.

ويعمل صمام التحضير الذاتي على حفظ قراب المضخة خاليا من الهواء فيقلل من خطورة تشغيل المضخة وهي محاطة بالهواء، وقد صنعت هذه الصمامات لوحيدات الضخ بالسيطرة الاتوماتيكية، ولكن عم استخدامها لأنها تسهل على الفني القائم بالتشغيل مضايقات فتح منافس الهواء يدويا للتحضير ثم غلقها بعد التشغيل، وبين شكل (٦-٨) أحد الطرازات الشائعة لهذا الصمام، وهو ينفتح عند تبطيل المضخة ولكن عند دوران المضخة يخرج الهواء من الخروم (ب) والفتحة (ج) إلى أن يبدأ الماء في محاولة للمرور خلال (ب-ج) فيوقع ضغطا على الدافعة أو يسبب تقاعدها على مقعدها فيغلق الصمام .



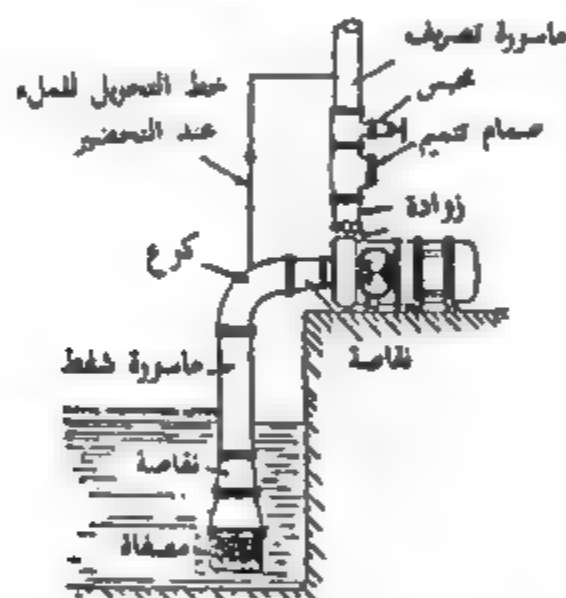
شكل ٦ . ٨ : صمام التحضير الذاتي

٢ - استخدام صمام القدم وتوصيلة لل، ماسورة الشفط :

قد يتحتم في كثير من الاحوال أن تكون المضخة في موضع أعلى من منسوب التغذية وبالتالي فهي تعمل برقع شفط، ويبين شكل (٦-٩) أبسط الطرق المستخدمة للتحضير في ذلك الوضع. ويتطلب هذا المنهج

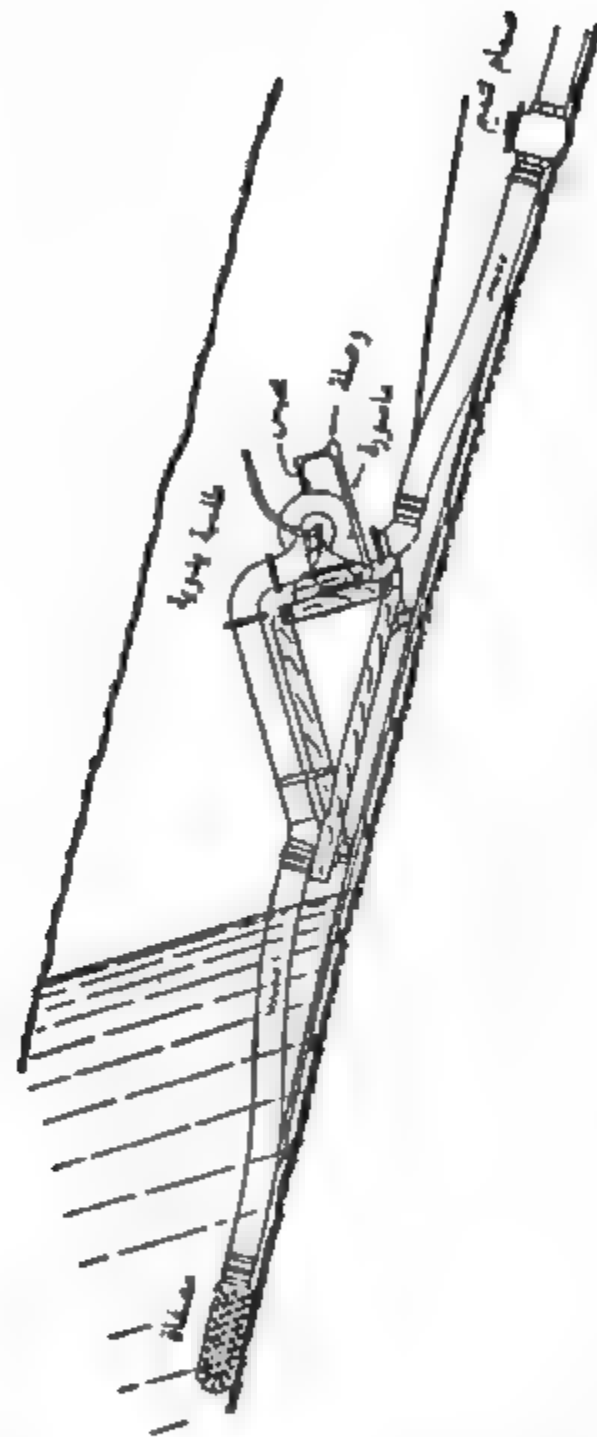
تركيب صمام القدم (لارجعى) عند النهاية المغمورة لماسورة الشفط. كذلك ينبغي تركيب وصلة تغذية بالسائل لجانب الشفط عند المضخة ويكون توريد السائل من أحد الموارد الآتية :

١ - خط تحويل بمحابس مرتبة لتوريد سائل التحضير من خطوط التصريف ذاتها (كما هو مبين بالشكل) وعندما لا يوجد صمام تميم في خطوط تصريف المضخة فمن الممكن فتح محبس التصريف ليسمح بارتداد الماء خلال المضخة إلى خط الشفط ويدفع الهواء من القراب، ولكن هذا المنهج لا يناسب إلا المضخات الصغيرة، والتي لها خطوط تصريف قصيرة بدرجة لا تستدعى تركيب صمام التميم لحماية المضخة من الطرق المائي عند الوقوف العارض (الفجائي) .



شكل ٦ - ٩ : صمام القدم ومنهج لملء التحضير

٢ - ماء تحت ضغط من شبكة خطوط الماء بالمدينة؛ ويترك محبس التصريف مغلقاً بينما يسمح للماء بالتدفق في ماسورة الشفط والقراب من مورد خارجي حتى يبدأ الماء في السريان من منفس الهواء في أعلى القراب (أو من صمام التحضير الاتوماتي) وسوف تظل المضخة ذات صمام القدم محتفظة بتحضيرها على الدوام ما لم يكن



شكل ٦ - ١٠ : استخدام ظلمة يدوية لتحضير المضخة

بالصمام تسريب (تنفيث) ولكن كثيرا ما يحدث أن تنحشر بعض الشوائب بين قرص الصمام ومقعده، وبالتالي لا تسمح بأحكام الغلق مما يسبب تسريبا طفيفا، لذا ينبغي إعادة التحضير عند بدء الدوران .

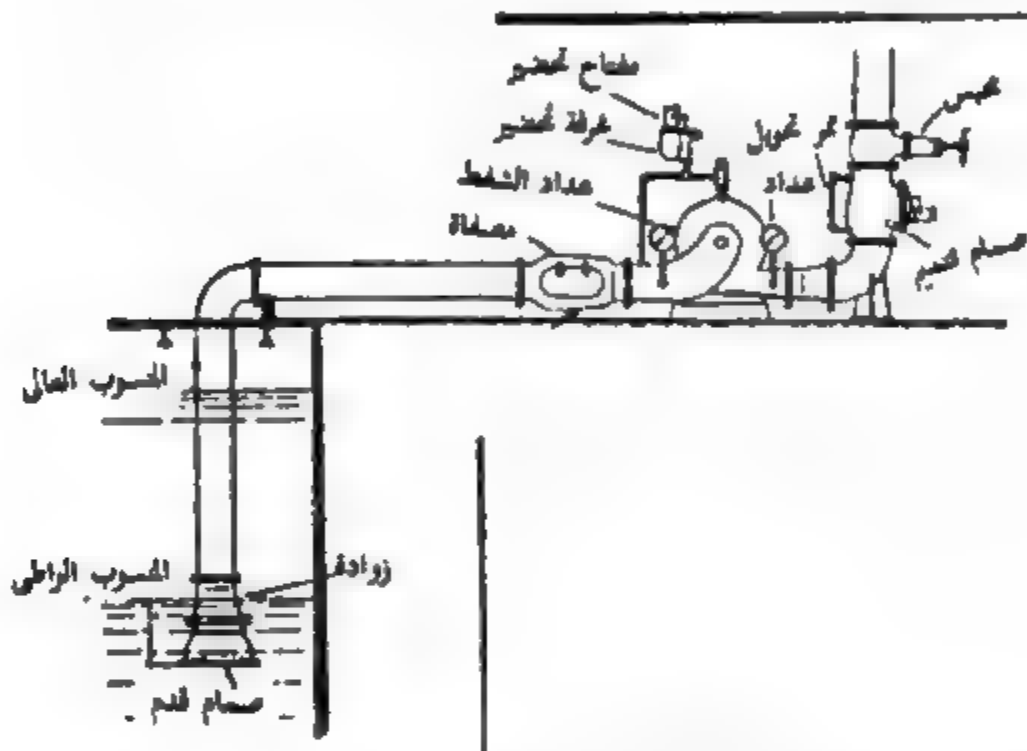
٣ - صهريج فى مستوى مرتفع ومتصل بخط التصريف عند نقطة بعد محبس التصريف، وهناك الكثير من التنظيمات لماء الصهريج سواء بصمام يدوى أو صمام عوامة ويقوم بعملية ملء خطوط الشفط للتحضير.

وعندما يصعب الحصول على سائل التحضير من مورد مستقل، أو إذا كانت ماسورة التصريف لا تتيح سحب ماء التحضير منها، فمن الممكن استخدام طلمبة يدوية لماء المضخة وماسورة الشفط بالسائل عند بدء التشغيل .

ويلاحظ أن الطلمبة اليدوية هي عبارة عن مضخة ترددية تشفط الماء بخلخلته حتى ينشأ التفريغ المطلوب لشفط السائل إلى قراب المضخة.

ولا يصح استخدام منهج صمام القدم ومورد ملء الشفط لتحضير المضخات الكبيرة ما لم يكن هناك وسائل لوقف المضخة تلقائيا إذا فقدت الشفط وتمنعها من الدوران مرة ثانية حتى يتحقق تحضيره من جديد، ويبين شكل (٦ - ١١) أحد المناهج المستخدمة لتحقيق ذلك، ويتكون من ممر حول صمام التتميم من جانب التصريف ومفتاح (كهربى) بتأثر تشغيله بواسطة التتميم وغرفة تحضير متصلة بمفتاح (كهربى) تحضير، شكل (٦-١١)، ويتم توصيل غرفة التحضير بأعلى قراب المضخة عن طريق صمام اللولب المغناطيسى. فإذا تم تحضير المضخة أغلق مفتاح التحضير ودارت المضخة ولا يمكن تشغيل المضخة إلا إذا كان مفتاح التحضير مغلقا إذ أنه يتصل بملف اللاتيار (الفصل عند انقطاع التيار) على التوالي ويسبب فصل آلة بدء تدوير المحرك الكهربى، وطالما تم

التحضير سوف يمر التيار في الملف أما إذا أخفق التحضير فسوف يفصل التيار عن الملف بفعل مفتاح التحضير، وعند دوران المضخة بشكل سليم فسوف يغلق مفتاح صمام التتميم لتكمل دائرة التشغيل ويغلق عندئذ صمام التحضير ذاتياً، وتتصفي غرفة التحضير في ماسورة الشفط التي تقع تحت ضغط تفريغي (سالب) عند دوران المضخة، فإذا فقدت المضخة تحضيرها (شفطها) تسقط قلابه (قرص) صمام التتميم ويفتح مغناطيسها للدائرة فتقطع التيار عن ملف اللاتيار وتقف للمضخة .



شكل ٩ - ١١ : تنظيمات الغلق الاتوماتي إذا فقدت

المضخة شفطها (تحضيرها)

٣ = تفريغ (استنزاف) الهواء من المضخة وماسورة الشفط :

يعتبر التحضير بتفريغ الهواء من المضخة وماسورة الشفط أحد المناهج العديدة والشائعة، وعند تفريغ الهواء فإن الماء (من مورد التغذية) يحل محله إلى أن يملأ قراب المضخة، وطالما حافظنا على مقدار التفريغ

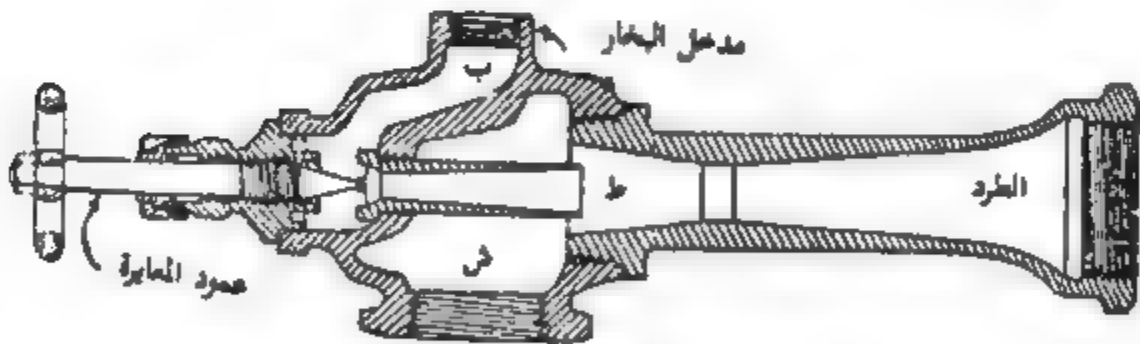


شكل ٦ - ١٢ : تخطيط الاسلاك لتنظيمات الغلق الاوتوماتي

فسوف تحتفظ المضخة بالماء حتى يتم دورانها وتبدأ في عملها على الوجه المطلوب.

وهناك ثلاثة مناهج لتفريغ (استنزاف) الهواء من ماسورة الشفط وقرب المضخة :

- ١ - لافطات (قاذفات) تعمل بالبخار أو الهواء أو مائع مضغوط
- ٢ - مضخات تفريغ تعمل إما يدويا أو بمحرك قدرة
- ٣ - منبع تفريغى (يحافظ على تفريغ دائم) مثل مكثف سطحى كبير فى محطة قوى .



شكل ٦ - ١٣ : مقطع خلال محضر المضخة طراز اللافظ

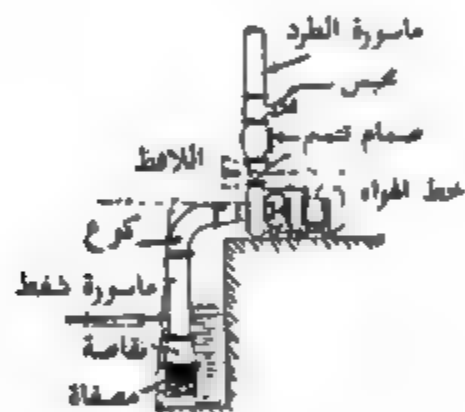
ويعتبر اللافظ من أبسط وأرخص مناهج التحضير للمضخات المركزية، ويعم استخدامه حيثما أمكن الحصول على هواء أو بخار مضغوط، ويوضح لنا شكل (٦-١٢) مقطعاً في لافظ بخارى، ويدخل البخار بسرعة مرتفعة عند الفتحة (ب) ثم يمر للخارج من الفتحة (ط)، ويشفط الهواء خلال مروره من الفتحة (ش) والتي تتصل بنقطة عليا في قراب المضخة، وينشأ فعل الشفط بتأثير النفث المرتفع السرعة خلال الفتحة (ط) والتفريغ الناشئ عندما ينكمش البخار الساخن ويبرد أثناء خروجه من الفتحة (ط) ويختلط بالهواء البارد المشفوط من المضخة وخطوط الشفط .

ويصعب في كثير من الأحوال أن نستيقن من انتهاء التحضير للمضخة بمراقبة العادم الملفوظ (المطروذ) ، من اللافظ، لذلك فيحتمل أن يتم تشغيل المضخة قبل أن يتم بالفعل تحضيرها، والمعروف أن البخار أو الهواء المار في اللافظ يتسبب في تدمير الماء المشفوط من المضخة إلى جسيمات دقيقة جداً، وقد يندفع أى مراقب لطرد القاذف عن حالة التحضير، ولا يمكن الاطمئنان إلى تشغيل المضخة إلا إذا استخدمنا نفس الترتيب المشروح سابقاً عن مفتاح التحضير الكهربى ومفتاح صمام التتميم فى الدائرة الكهربائية، وبهذا الشكل يمكننا أن نتلافى خطورة تشغيل المضخة قبل أن يتم التحضير، ولابد من استخدام صمام القدم فى خط الشفط خصوصاً إذا كان طويلاً.

ويلاحظ فى اللافظ المبين بالشكل وجود ساق مقلوطة تحرك مخروط مدبب وهو يسمح لنا بمعايرة (تنظيم) تدفق البخار أو الهواء المضغوط بواسطة لف (تدوير) مقبض العمود، وبهذه الوسيلة يمكننا ضبط نفث التشغيل ليناسب حالة البخار أو الهواء المضغوط، كذلك يمكن فى أنواع أخرى من اللافظات أن نتحكم فى معايرة الفوهة (فونية) ط ١ وذلك لتحسين الأداء .

ويعتبر البخار وسيطا مثاليا لتشغيل اللافت، وذلك لأن تكثف البخار يزيد من كمية التفريغ، فإذا استخدم الهواء بدلا من البخار قلت سعة اللافت بحوالى ٢٠٪ وبذلك يزداد الوقت اللازم للتحضير، شكل (٦-١٤).

ويستخدم الماء أو أى مائع بدلا من البخار أو الهواء المضغوط إذا لم يمكن الحصول عليهما، ويختلف تصميم اللافت باختلاف المائع (وسيط التشغيل) المستخدم وتزود فوهة اللافت المائى عادة بحلزون يعطى نفث الماء فى الفوهة حركة دوامية تسبب زيادة الشفط وتساعد على طرد الهواء. ويمكن تشغيل اللافت المائى بمياه خط التصريف إذا كان ضغطها وحجمها يناسب ذلك .

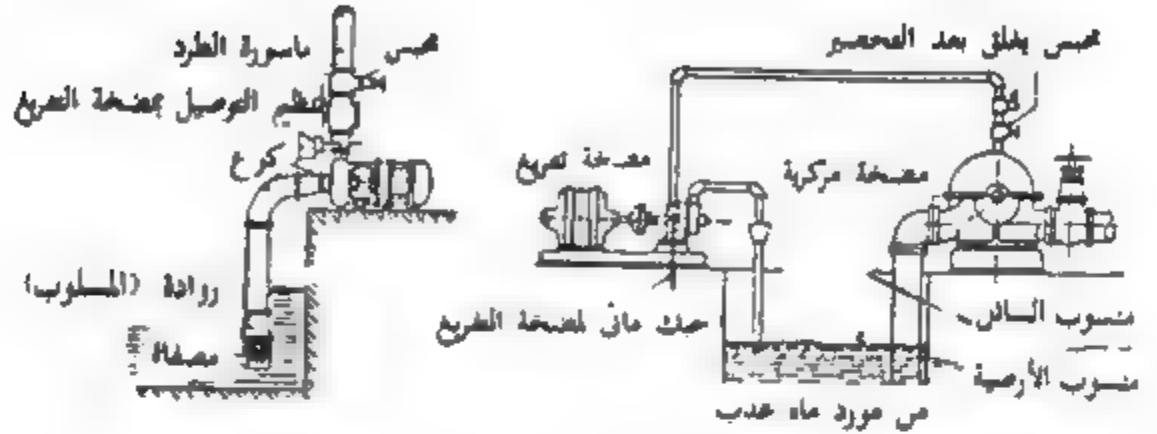


شكل ٦ - ١٤ : تنظيمات الماسورة لتحضير المضخة باللافت وخط الهواء

٤ - التحضير بمضخة خاصة للتفريغ :

وتعتبر أكثر الوسائل ملائمة لتحضير المضخات المركزية الكبيرة، لذلك تستخدم على نطاق واسع للانشاءات الهامة والمرتفعة التكاليف كما هى فى شكل (٦-١٥)، ويتم تشغيلها إما بالتحكم اليدوى أو التحكم الألى (الآتوماتى)، ولا يستلزم استخدام صمام القدم عند التحضير بمضخة

التفريغ فإذا استخدمت مضخة جيدة للتفريغ مع منظم للتفريغ فليس هناك احتمال المخاطرة بتشغيل المضخة المركزية (الرئيسية) قبل تمام تحضيرها هذا وإذا تواشجت (تشابكت بفعل مرتب) وسائل التحكم بطريقة صحيحة .

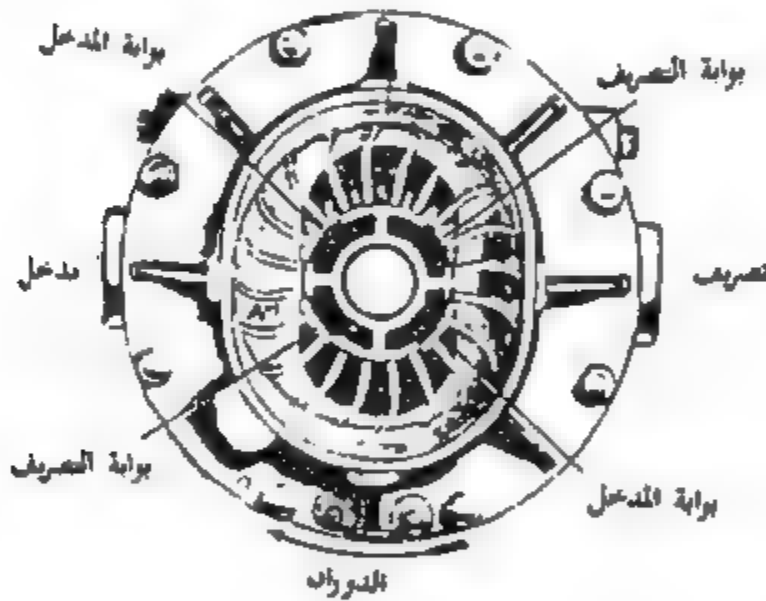


شكل ١ - ١٥ : تنظيمات المواسير لمضخة مركزية يتم تحضيرها بمضخة تفريغ خاصة

٥ - المضخات ذاتية التحضير :

يشيع حالياً استخدام المضخات المركزية ناتية التحضير، وتتكون أساساً من المضخة المركزية المعتادة وملحق بها مضخة هوائية لاستنزاف الهواء وتحقيق الشفط (السالب) للمضخة، وهي قادرة بدرجة معتادة على مداولة الهواء حيث يتم شفطه من المواسير وتصريفه للهواء الجوى، وتقوم بعملها كشفاط للهواء وكضاغط غازى فى نفس الوقت، ويمكنها التصرف فى الهواء المتسرب بكميات بسيطة أو فى المياه المختلطة بالغازات بصورة مستمرة دون هبوط فى أداء المضخة.

وتتكون مضخة الهواء بالطوق السائل، كما هو مبين في شكل (١٦-٦) من عضو دوّار بریش دائرية مركبة أسفل قرص الدوران وتدور في قراب بيضاوي، ويتم سحب مياه الحبك الى القراب خلال ماسورة تزويد (امداد) ويتدفق الماء على محيط القراب بفعل القوة الطاردة المركزية الناشئة من العضو الدوار والطوق السائل ويدور الطوق السائل بشكل رحوي نسبيا مع ريش العضو الدوار فيبتعد ويقترب من حرة العضو الدوار مرتين في كل لفة وبالتالي فينتج بالفعل مايمكن اعتباره سلسلة من مضخات ترددية مكبسية بين الريش، وتكون الحافة الداخلية لطوق السائل طبقة متاخمة للقلبين الرحويين (اللامتمركزين) حول حرة العضو الدوار حينما تدور الريش مليئة بالماء .

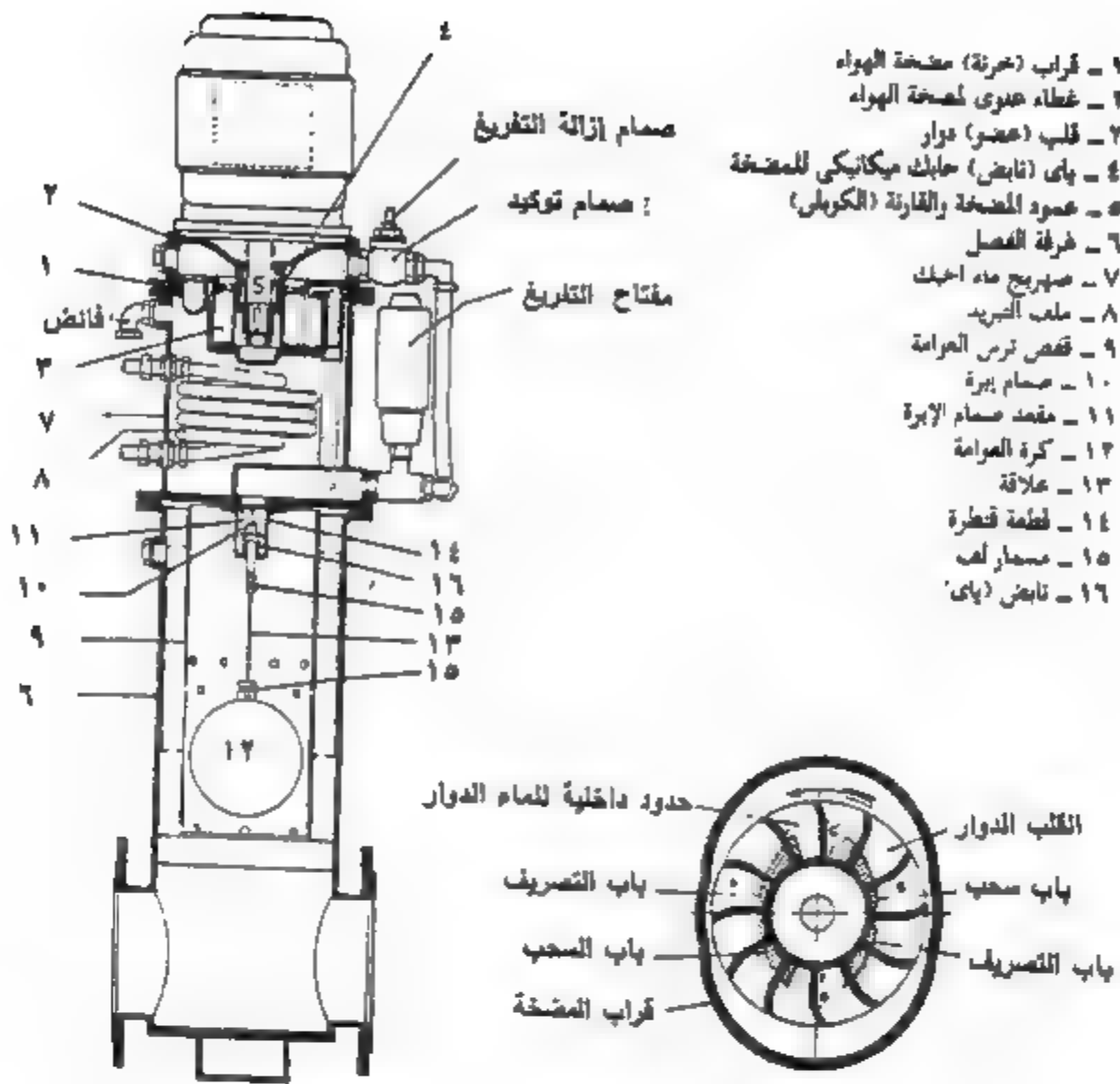


شكل ١٦ . ٦ : مضخة تعضير هوائية للمضخة المركزية .

وبافتراض أن الحيز بين كل ريشتين يمثل أسطوانة فإنه في نصف لفة يندفع الماء للخارج ثم للداخل مرة ثانية فيؤدي شوطا للشفط وأخرا

للطرد ويتكرر ذلك مرتين في كل لفة. ونفهم من ذلك أنه لو كان هناك فتحات شفط وتصريف بشكل خاص في طريق المسار الرحوى للقلب الناشئ عن السائل الدوار فسوف ينسحب الهواء من خلال فتحة التصريف كلما مرت الريش على الفتحات في قرص دائري ثابت مركب في الغطاء فوق العضو الدوار .

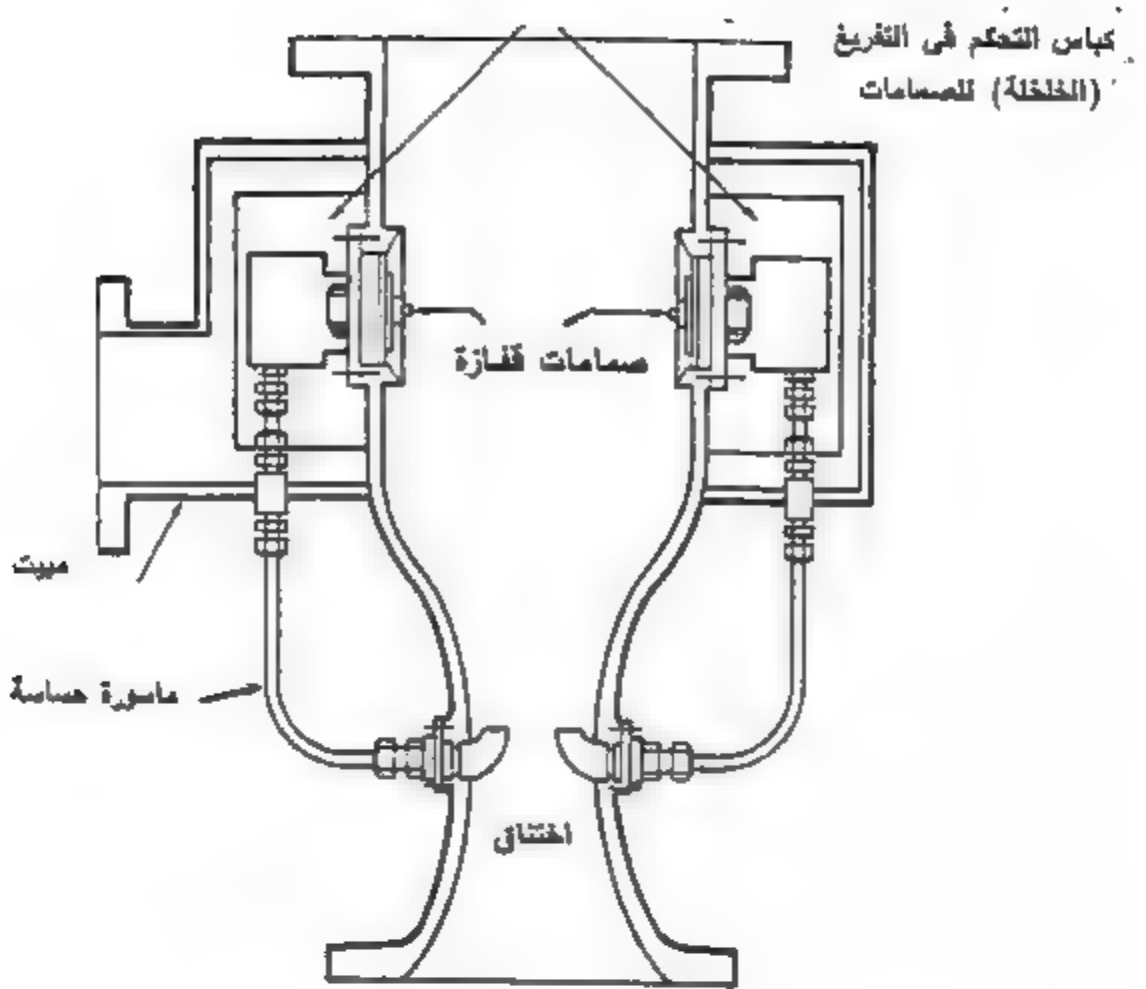
وعلى ذلك ففي كل لفة يبتعد الماء عن صرة العضو الدوار ليسحب الهواء خلال فتحة الشفط في القرص الثابت الى القلب الرحوى للملحق السائل، ومنه يتم طرده خلال فتحة التصريف في القرص الثابت للعضو الدوار. ويتم مداولة سائل الحبك المستمر توريده من الخزان (خزان الحبك) الى القراب ثم يعاد تصريفه مرة ثانية مع الهواء الى الخزان، حيث ينصرف الهواء من ماسورة الفايز ويضمن لنا ذلك الدوران وجود للطوق السائل دائعاً، ويقوم ملف التبريد الموجود في الخزان بتحديد ارتفاع درجة الحرارة الناشئ من سائل الحبك خلال المدد الطويلة للدوران والتشغيل. ويمكن أن يتم توريد الماء لملف التبريد من أى وصلة ماء مناسبة (او السائل المستخدم)، ولا يلزمنا سوى ١٥٢ لتر/ثانية عند ضغط لا يتجاوز ٢ بار للمقيام بذلك .



شكل ٦ - ١٧ : التنظيمات المقطعية لتحضير بحلقة السائل

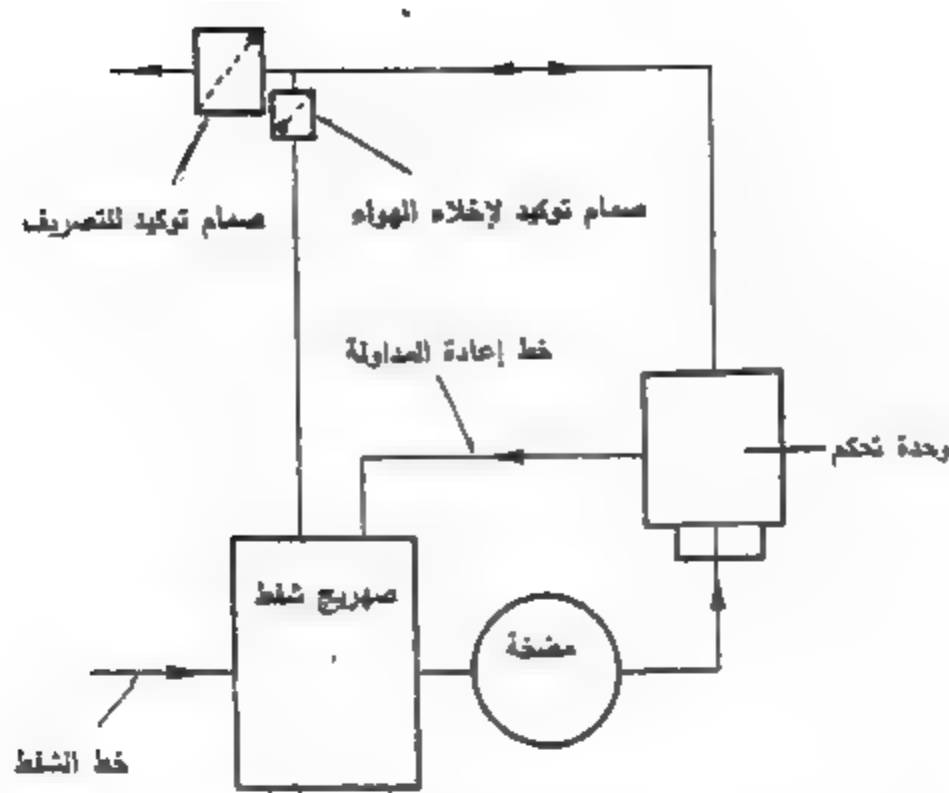
٦ = منظومة المداولة العائدة

تتأسس فكرة هذه المنظومة على إعادة مداولة بعض عمود التصريف للسائل ثانية إلى خط السحب لإعادة تحضير المضخة، ويبين الشكل ٦ - ١٨ تنظيماً نمطياً حيث يتم التحكم فى إعادة المداولة بواسطة المنسوب (المستوى) فى صهريج السحب أو سرعة التدفق فى ماسورة التصريف أو فارق الضغط .



شكل ٦ - ١٨ : منظومة المداولة العائدة

ويوضح الشكل ٦ - ١٩ تنظيماً تخطيطياً لوحدة التحكم، وسوف يراعى في حالة دوران المضخة أن زيادة سرعة السائل في الإختناق يسبب انخفاضاً في الضغط عنده، وينتقل بالتالي بواسطة تجميعه أنبوبة حساسة إلى مؤخرة الكباس المؤثر على الصمام القفاز، وبعدما يمر السائل في الإختناق يكتسب ضغطه الأصلي نتيجة لانخفاض السرعة، وتكون الصمامات القفازة بتشغيل الكباس مفتوحة في العادة، وعندما يقع التدفق خلال الاختناق، فسوف يتسبب انخفاض الضغط الناشئ عن ذلك أن تغلق الصمامات، وتكون المنظومة حساسة للتدفق فحسب وليس لضغط التصريف أو الثقل النوعي أو لزوجة السوائل المضخوخة.



شكل ١٩٠٦ : وحدة تحكم لمنظومة إعادة المداولة

وعندما تفقد المضخة سحبها (تحضيرها) ، فسوف يقل تدفق التصريف تبعاً لذلك ، مما يتسبب في تساوى الضغط بين حلق الاختناق وقفص الصمام ، وعند توازن الضغط على جانبي الكباس والصمام القفاز فسوف يفتح صمام التحكم ، ويسمح ذلك للسائل الموجود في خط التصريف بين صمام التوكيد للتصريف الرئيسي وصمام التحكم أن يرتد ليعود ثانية خلال خط المداولة إلى صهريج السحب ، ويتم تصميم هذا الصهريج بحيث تكون كمية السائل في خط التصريف ما بين وحدة التحكم وصمام التوكيد للتصريف مساوية للحيز الموجود في الصهريج ما بين مدخل السحب (في صهريج السحب) وعين الدفاعة .

وحالما تتفمر عين الدفاعة بالماء ، فسوف تسترجع المضخة تحضيرها وتبدأ الضيق ، وحتى يمكن للسائل أن يرتد ثانية من وحدة التحكم إلى

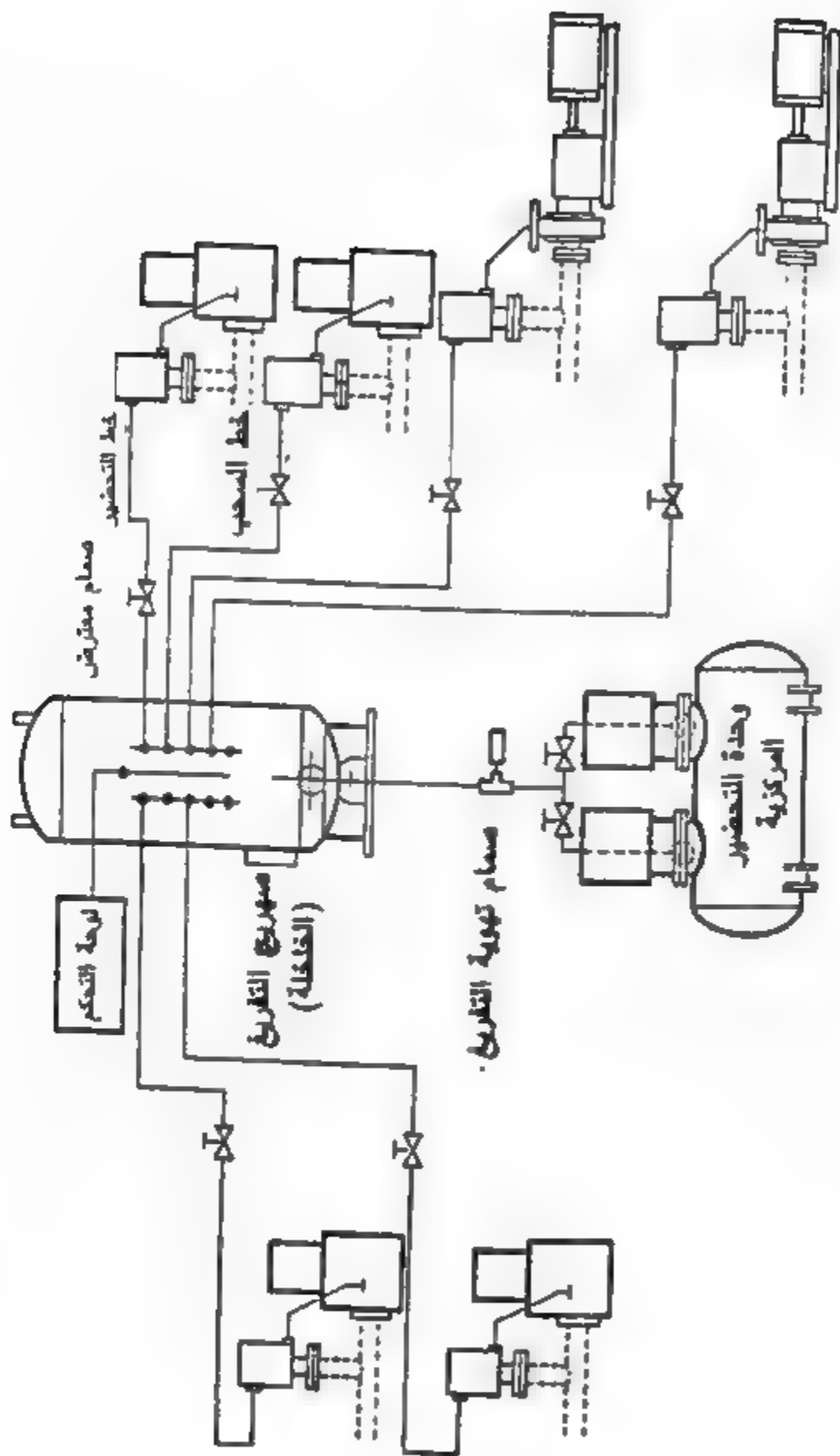
صهريج إعادة المداولة ، فلابد أن يزيح الهواء من الصهريج إلى خط التصريف ويكون حجم الهواء المزاح مناظرا لحجم خط التصريف من وحدة التحكم حتى صمام التوكيد للتصريف.

٧ = منظومة التحضير المركزية :

تستخدم كثيراً هذه المنظومة في المحطات التي تضم أكثر من مضخة، يتوقع تحضيرها إذ أنها أكثر اقتصاداً من تزويد كل مضخة بوحدة تحضير مستقلة، بالإضافة إلى أن الاحتفاظ بصهريج التفريغ في حالة ضغط سالب تعتبر ميزة لوجود خلاء لامتنعاص الهواء من خطوط المواسير أولاً بأول .

وتتكون منظومة التحضير من وحدتين، أحدهما تكون عاملة والأخرى في حالة استعداد، ومن الجائز أن تكون وحدة استخراج (كسح)، الهواء من أي طراز، ولكنها غالباً ما تكون من طراز حلقة السائل التي تعمل بين معايرة أحد القصي وحد أدنى من التفريغ (الخلخلة)، ويتم هذا الفعل آلياً ويتحكم فيه مفاتيح تفريغ (خلخلة) تعمل آلياً لوقف أو تشغيل مضخات التفريغ (الخلخلة) . اعتماداً على أحوال التفريغ (الخلخلة) خلال صهريج التفريغ، وتزود المضخات كل على حدة بوحدة اعتراض، ويكون الغرض منها أن تسمح بسحب الهواء من مجموعة شبكة المواسير وعندما يرتفع السائل إلى العوامة، فسوف تؤدي قوة طفو العوامة إلى ارتفاعها لتفلق الفتحة المؤدية إلى صهريج التفريغ (الخلخلة) وبالتالي تمنع انتقال السائل إلى الصهريج.

ويبين الشكل ٦ - ٢٠ منظومة تحضير مركزية نمطية، متضمنة وحدات الاعتراض.



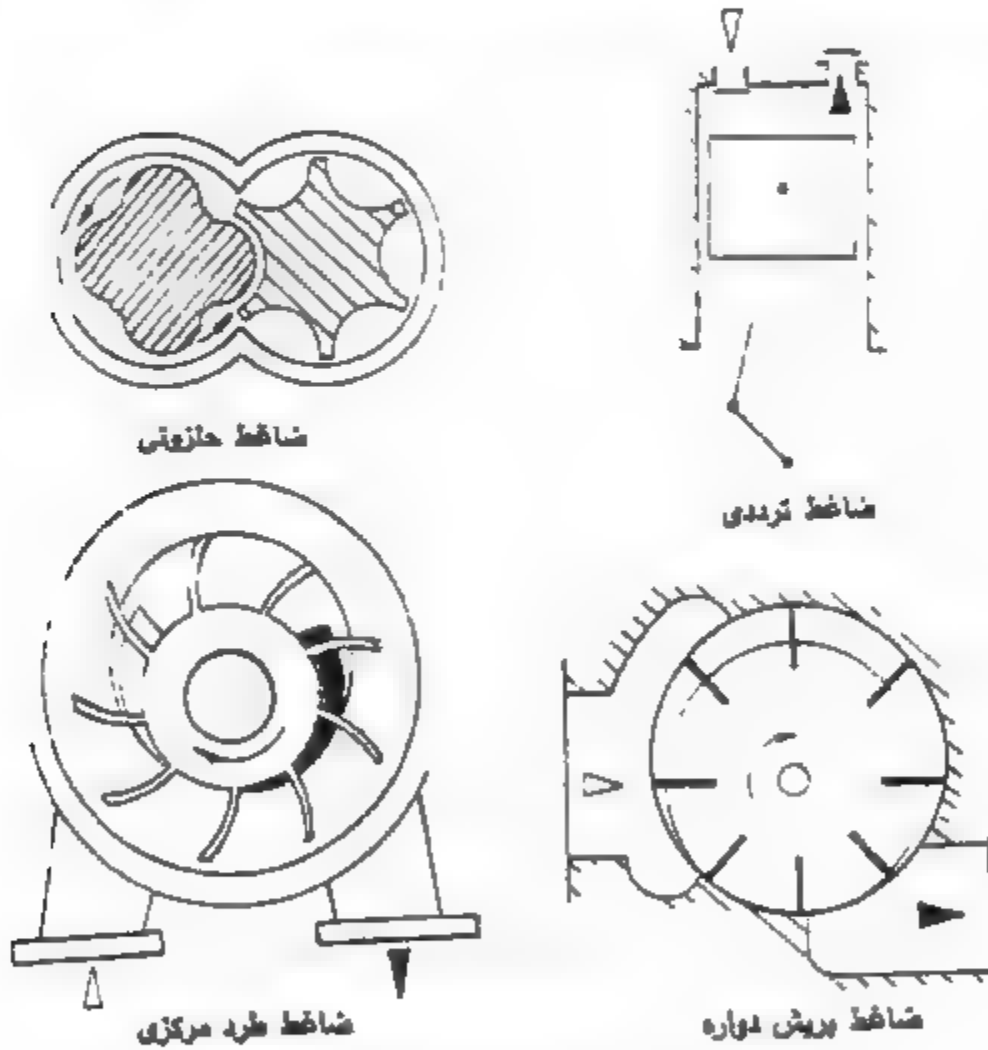
شكل ٦ : منظومة تفخيز مركزية

الباب السابع

ضواغط الهواء

نستعرض في هذا الباب أنواع الضواغط، ونبين أجزائها ومكوناتها ومنظوماتها، كما نوضح الملحقات المتممة لعملها، وتعدد المراحل في تشغيلها، ونستعرض دورة تشغيلها ومعنى الكفاءة الحجمية في أدائها، كذلك نبين أوضاع التركيب والتشغيل السديدة، ونشرح إجراءات الصيانة اللازمة لها، مع بيان طرق التشغيل الذاتي في دورانها.

تعتبر عملية انتقاء المعدة المناسبة عاملا مهما إذا أردنا الحصول على الفائدة المرجوة منها، لأن سوء الاختيار يؤدي إلى الكثير من المتاعب في التشغيل والصيانة، فعلى سبيل المثال إذا نظرنا إلى ضاغط الهواء الترددي الذي يستخدم في بدء حركة المحركات الديزل فسنجد أن ساعات تشغيله السنوية قليلة، وعادة ما يدور لفترات قليلة فيعابدا مناسبة أو اثنتين عندما تتطلب الظروف أحيانا، وهنا يمكن أن نختار الضاغط ليناسب أقصى حمل متوقع، أما إذا تم اختيار الضاغط على هذا الأساس وتم تشغيله لفترات طويلة فسيحتاج إلى عمليات صيانة أكثر وتزداد أعطاله.



شكل ٧. ١: أنواع مختلفة من الضواغط

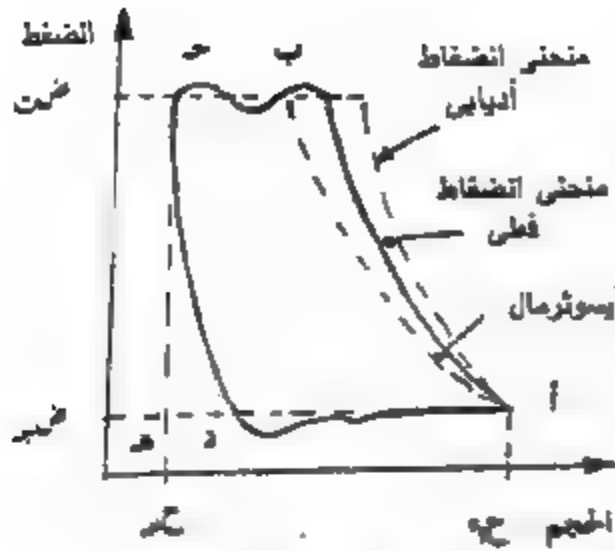
حتى إذا كان الضاغط مخصصا لعملية بدء الإدارة للمحرك فقط فإن نوعية أداء المحرك تدخل في الاعتبار، فإذا افترضنا أن المحرك في سفينتي عبارة ذات رحلات قصيرة فإن الضاغط يعمل بصفة مستمرة يكون اختيار مثل هذا الضاغط على أساس أنه باستعمال مستمر. أما ضاغط الهواء المخصص لأعمال التحكم فيتم اختياره على أساس العمل المتصل ٢٤ ساعة يوميا وعلى أساس الخدمة غير الشاقة، ويعتبر الضاغط الأكثر تعرضا لسوء الاستخدام هو النوع الذي يطلق عليه ضاغط «تكملة الملء» الذي عليه تعويض المستهلك من الهواء في الاستخدامات المختلفة إضافة إلى التسريبات وعادة ما يعمل هذا النوع ٢٤ ساعة يوميا لأن سعته عادة ما تكون صغيرة ويكون اختياره على أساس أنه يعمل لأوقات قليلة، هذه الأمثلة قد ذكرت عن الضاغط الترددي فقط لأن الضواغط الدورية عادة ما تعمل ٢٤ ساعة يوميا .

ولا شك أن الضغوط فوق ٧ بار تناسبهما الضواغط الترددية نظرا لشدة إحكامها ولكن يحدنا هنا الحرارة الناتجة عن الانضغاط وبذلك تتحدد نسبة الانضغاط بالقيمة ٧ : ١ في المراحل التالية مع التبريد ما بين المراحل، وبذلك يمكن الحصول على ضغط ٣٥ بار للتقويم باستخدام ضاغط بمرحلتين.

أما الضواغط الدورية فيحدها تسرب الهواء من موانع التسرب بها، لذلك فالضاغط الدوار بست مراحل يمكنه الوصول إلى ٣٥ بار، ومن الناحية الاقتصادية فإن استخدام هذه النوعية من الضواغط يقتصر على مرحلة واحدة تنتج ضغطا في حدود ٧ بار.

٧ = ٢ دورة التشغيل للضاغط الترددي (بمرحلة واحدة) :

يرضح الشكل دورة التشغيل (أي العلاقة بين الحجم والضغط) لضغط ترددي بمرحلة واحدة.



ح ١ : حجم الإزاحة (حجم الإسطوانة)
 ح ٢ : حجم الخلوص (الكباس في ن.م.ع.)
 ض ج : الضغط الجوي (الابتدائي)
 ض د : ضغط التصريف (النهائي)

شكل ٧ - ٢ : دورة تشغيل ضاغط ترددي بمرحلة واحدة

تمثل نقطة (١) وضع الكباس عند النقطة الميتة السفلى (ن . م . س)
 وتكون الإسطوانة عندئذ ممتلئة بالهواء عند ضغط جوي، وصمامات
 السحب والتصريف مغلقة.

يمثل الخط (١ - ب) مرحلة الانضغاط الناتج عن حركة الكباس في
 مشواره الصاعد من ن . م . س إلى ما قبل النقطة الميتة العليا (ن . م . ع)
 ويصل الضغط إلى ض د.

يمثل الخط (ب - ج) مرحلة تصريف الهواء من خلال صمام الطرد
 الذي يفتح بفعل ضغط الهواء الذي يتغلب على نابض الصمام، ويسنمر
 خروج الهواء بضغط ثابت تقريباً خلال الجزء الباقي من مشوار الكباس
 حتى ن . م . ع.

يمثل الخط (ج - د) مرحلة تمدد الهواء الباقي في حيز الخلوص
 أثناء رجوع الكباس في مشواره الهابط من ن . م . ع إلى أن يصل الضغط
 لأقل من ض ج (الضغط الجوي) .

يمثل الخط (د - أ) مرحلة سحب الهواء بفعل التفريغ الناشئ من حركة الكباس إلى ن.م.س فيفتح صمام السحب ليدخل الهواء الجوى فيعلا الإسطوانة .

يتضح أن المشوار الفعال لسحب الهواء يقع فى المسافة من (د) إلى (أ) ، بينما تعتبر المسافة (هـ) - (د) الفاقد فى مشوار السحب ، وتعتمد على حجم الخلوص ، الذى ينبغى الاحتفاظ بقيمته الصحيحة لسلامة التشغيل ، وبحيث لا يزيد عن المسموح فلا يسئ إلى كفاءة الضاغط .

٧ - ٢ تعدد المراحل فى الضاغط الترددى :

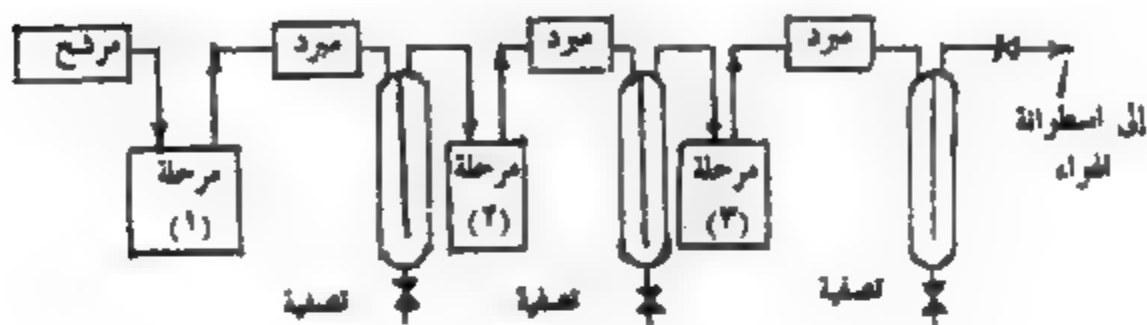
تخضع عدد مراحل الضاغط لضغط الهواء النهائى المطلوب ، وكلما زاد الضغط النهائى ، كلما زادت عدد المراحل ، ويقيدنا ذلك فى سهولة التحكم فى درجة حرارة الهواء بين مراحل الإضغاط وذلك باستخدام المبردات البينية بين كل مرحلة والى تليها ، ويحقق لنا ذلك أيضاً تقليل الجهد المبذول فى ضغط الهواء ، مع ملافاة الكثير من المتاعب الميكانيكية التى قد تنجم من زيادة سخونة الهواء فى مراحل انضغاطه ، وتقل مشاكل تزليق الكباس والإسطوانة ، وصمامات السحب والتصريف ، التى تظل جميعها فى حالة أكثر نظافة ، ويقل تلوثها بالزيت المكرن .

ويرامى أن الضاغط بثلاث مراحل يكون أكثر إقتصاداً فى الشغل المبذول من مثيله بمرحلة واحدة لنفس مدى الإنضغاط ، ويتضح من الشكل ٧ - ٤ أن الوفر فى الشغل المبذول تمثله المساحة المظللة (المهشرة) .
(أ) - (ب) - (ج) - (د) - (هـ) - (و) ، ويكون ضغط التصريف بعد كل مرحلة هو ١ ، ٢ ، ٣ .

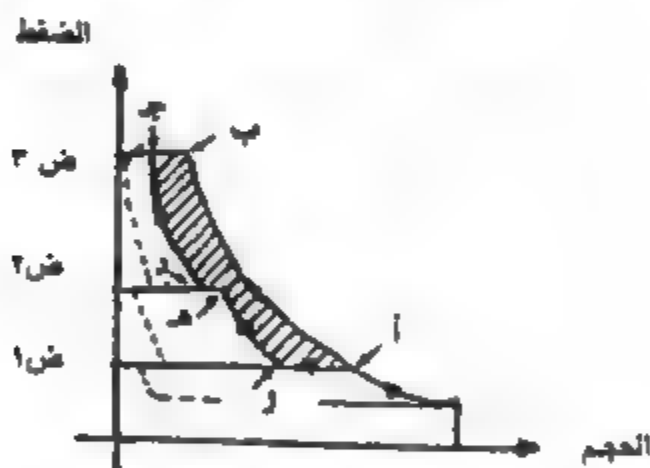
ويمر الهواء إلى الضاغط خلال مرشح ، ومنه إلى مرحلة الضغط المنخفض ، ثم يرتفع ضغطه ويتم تصريفه إلى مرحلة الضغط المتوسط

وأخيراً إلى مرحلة الضغط المرتفع، ويراعى وجود مبرد للهواء، وفصل للرطوبة بعد كل مرحلة من مراحل انضغاط الهواء لتحسين الكفاءة، وتقليل متاعب التشغيل.

يراعى أن صمام القطع الرئيسى لتصريف الضاغط يكون قلاووظ يدوى غير رجاع (فى أغلب الأحيان).



شكل ٧ - ٣: ضاغط بثلاث مراحل ومبردات بينية

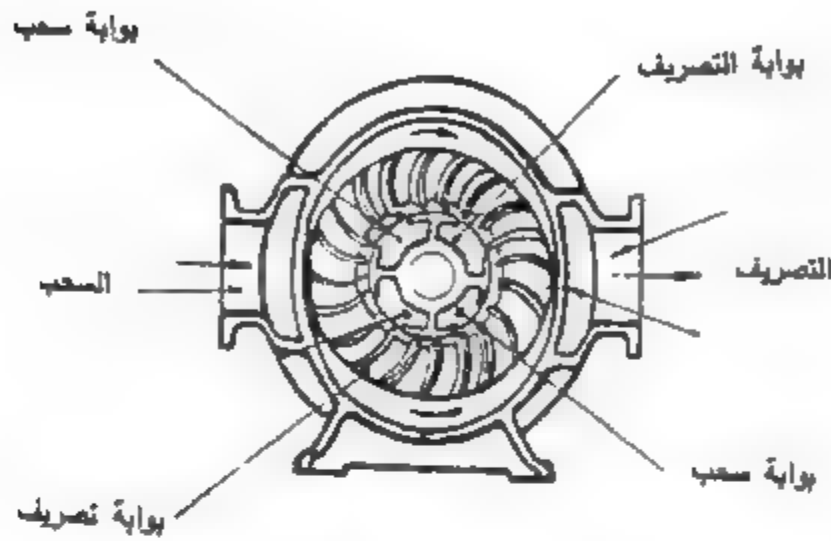


شكل ٧ - ٤: دورة تشغيل ضاغط ترددي بثلاث مراحل

٧ - ٤ الكفاءة الحجمية :

هى النسبة بين كمية الهواء الذى تم تصريفه من الضاغط (عند الضغط، ودرجة الحرارة القياسية) وكمية الهواء التى يزيحها كباس الضاغط (لمرحلة الضغط المنخفض).

كمية الهواء المنصريف من الضاغط « حرا »
 أى أن الكفاءة الحجمية = $\frac{\text{حجم إزاحة كباس مرحلة الضغط المنخفض}}{\text{كمية الهواء المنصريف من الضاغط « حرا »}}$



شكل ٧ . ٥ : ضاغط طارد مركزي بحلقة السائل

- ويتم حساب كمية الهواء المنصريف عند الضغط الجوى (القياسى)،
 درجة الحرارة ١٥° م، وتتأثر الكفاءة الحجمية بالعوامل التالية:
- ١ - الخلوص بين السطح السفلى لغطاء الأسطوانة والسطح العلوى لتاج الكباس عندما يكون فى نـ م.ع.
 - ٢ - سهولة فتح وغلق صمامات السحب والتصريف، ونظافة ممراتها، وسلامة رفعها.
 - ٣ - التسرب من خلال حلقات (شناير) الكباس (المكبس).
 - ٤ - مداولة مياه التبريد ودرجة حرارتها.
 - ٥ - درجة حرارة الهواء الداخلى للمرحلة الأولى (ضغط منخفض).
 - ٦ - نظافة مرشح الهواء وممرات الدخول للمرحلة الأولى.

٧ = ٥ عمل (أداء) الضاغط :

يتم شفط الهواء من خلال المرشح وصمام السحب للمرحلة الأولى بواسطة كباس المرحلة الأولى حيث يتم دفعه تحت ضغط من خلال صمام طرد المرحلة الأولى في الشوط الصاعد للكباس حيث يورد إلى المبرد البيني، وفيه يتم تبريد الهواء المضغوط من المرحلة الأولى ثم يجرى سحبه خلال صمام سحب المرحلة الثانية بواسطة الشوط الهابط للكباس المرحلة الثانية، وفي اسطوانة المرحلة الثانية يتم ضغط الهواء الى الضغط النهائي، حيث يدفع خلال صمام الطرد إلى المبرد النهائي، ثم الى اسطوانات تخزين الهواء المضغوط.

٧ = ٦ مكونات وأجزاء الضاغط متعدد المراحل :

تكون ضواغط الهواء للخدمة الشاقة عادة من الطراز متعدد المراحل باسطوانات رأسية ومفلق الهيكل، وتعطى ضغوطا تصل إلى ٣٠ بار أو ٦٠ بار.

ويتم تبريد الهواء بين المراحل المختلفة بمبردات بينية أي بين كل مرحلة والتي تليها، وتستخدم المياه في التبريد، وحتى تبريد الهواء بعد مرحلة الانضغاط النهائية، ويجرى تصنيع الهيكل من صبة واحدة يمكن تثبيت قميص الاسطوانات بها، لتستكمل الأجزاء الثابتة للضاغط كما يدور عمود المرفق على كراسى المعدن الأبيض المثبتة في جسم الضاغط، والتي يمكن استبدالها اذا تآكلت .

وتركب المبردات بين المراحل المختلفة في الفراغ الموجود بين جدران الاسطوانات وجدران هيكل الضاغط.

ويزود عمود المرفق باثقال موازنة لتحسين اتزان الضاغط عند التشغيل وتخفيض الاهتزازات .

وتدور محاور عمود المرفق التي تتصل بها أذرع التوصيل في محامل نحاس مبطنة بالمعدن الأبيض.

ويتكون الكباس عادة من مرحلتين أو أكثر، ويكون الجزء الأعلى من الكباس للمرحلة الأولى والجزء الأسفل للمرحلة (أو المراحل) التالية، ويزود كباس كل مرحلة بعدد من حلقات (شبابير) الانضغاط بينما تزود المرحلة الأخيرة بحلقة (شمبر) كشط للزيت بالإضافة إلى حلقات الانضغاط، لتمنع دخول الزيت إلى اسطوانة الضاغط.

وتزود كل مرحلة بصمامات سحب وطرء من نوع الصحن المحمل بالياي، وكذلك بصمام أمان.

ويتم تزليق (تزييت) كل الأجزاء المتحركة ذاتيا من حوض المرفق بواسطة مضخة تزليق ترسيه، كما يتم تزليق الكباسات والإسطوانات بالنثر (الطرطشة).

وتزود صمامات سحب المرحلة الأولى بوسيلة بدء، وهي تقوم بتعليق الصمام على وضع الفتح لسهولة بدء الضاغط دون تحميل على موتور التشغيل، كما يزود الضاغط بمرشح للهواء الداخل يعمل على فصل الأتربة والشوائب ويمنع دخولها إلى الاسطوانات، ويحافظ على نظافة حلقات الكباس ومجاريها.

٧ = ٢ مواصفات الضاغط الترددي متعدد المراحل (المركب) :

تحدد مواصفات الضاغط المركب بالمعطيات التالية :

١ - الطراز : وهو إما أن تكون اسطواناة على خط واحد وإما أن تكون على شكل ٧.

٢ - معدل التصريف : أى كمية الهواء بالتر المكعب فى الساعة

٣ - الضغط النهائى: وهو أقصى ضغط يمكن الكبس اليه (بار)

٤ - السرعة : وتحدد بعدد الدورات فى الدقيقة

٥ - عدد الاسطوانات : قد تكون اثنتين أو ثلاثة أو أكثر

٦ - عدد المراحل: ويكون لحدى أو ثنائى أو ثلاثى

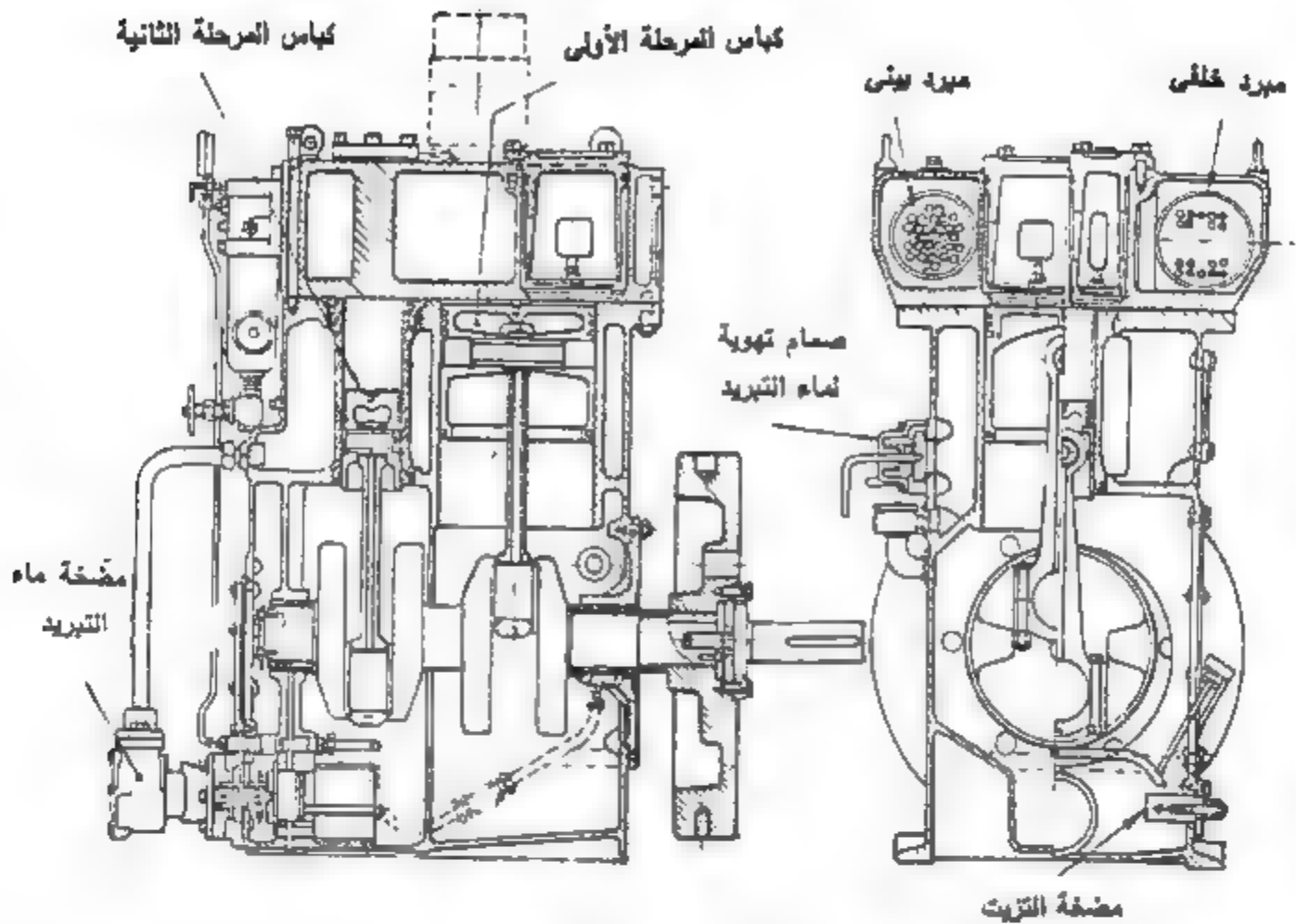
٧ - قطر الكباس: للمرحلة الأولى، ولغيرها من المراحل بالمليمتر

٨ - مشوار الكباس: للمرحلة الأولى، ولغيرها من المراحل بالمليمتر

٩ - استهلاك الماء، أى كمية المياه المتداولة للتبريد فى الدقيقة، ويستحسن عند طلب قطع غيار لضاغط محدد ذكر سنة الصنع ورقم التصنيع للضاغط

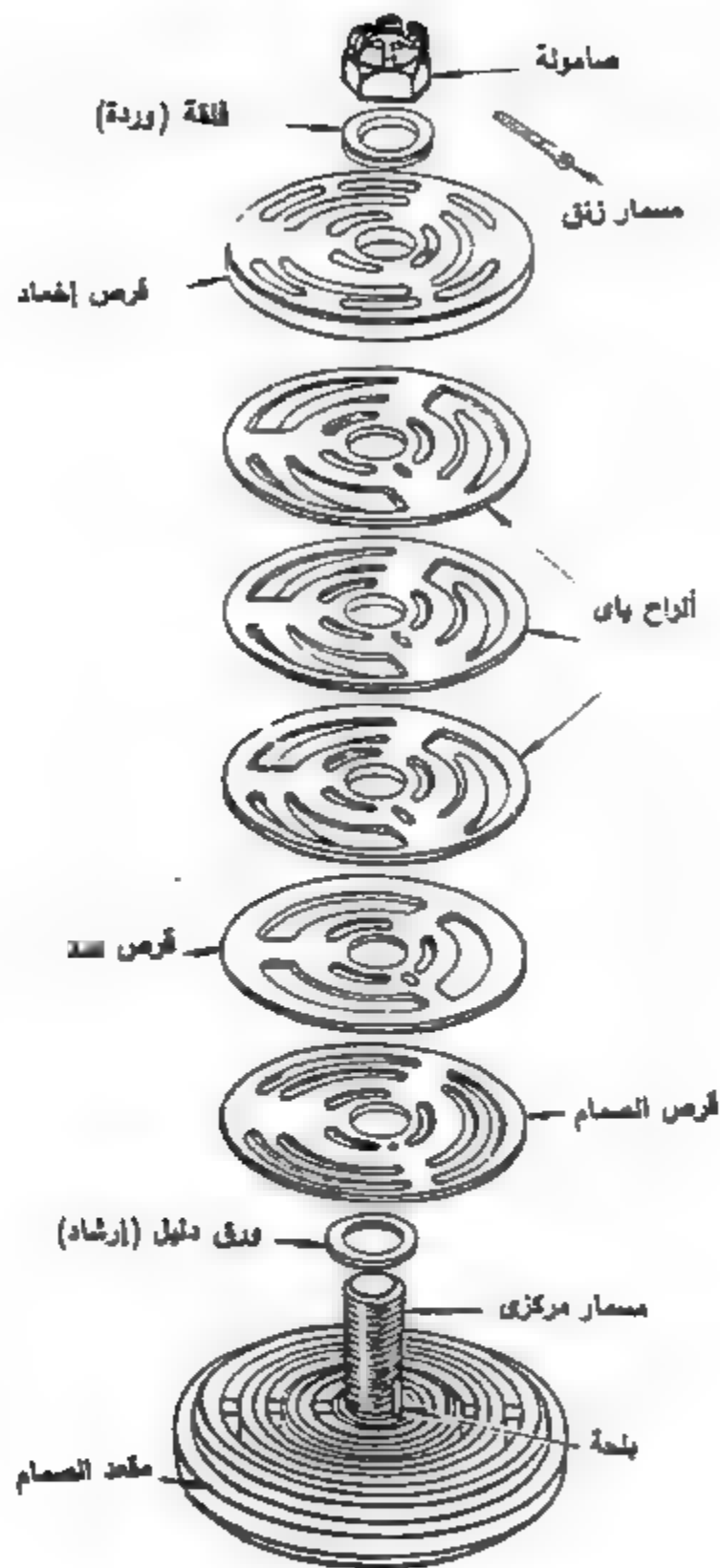
٧ = ٨ مواصفات الهواء بمرحلتين :

يستخدم الهواء المضغوط لأغراض متعددة، أهمها استخدامه فى بدء تشغيل محرك الديزل، وأبسطها استخدامه فى تنظيف أجزاء المكينات عند صيانتها، ويتم فى العادة توريد الهواء بضغط ٢٥ بار أو أزيد بواسطة ضاغط متعدد المراحل، ونجد فيه أن الهواء يتم انضغاطه فى المرحلة الأولى، ثم يجرى تبريده، ثم انضغاطه إلى ضغط أعلى فى المرحلة الثانية، وهكذا، ولعل أكثر الضواغط شيوعاً هو الضاغط بمرحلتين كما هو موضح فى الشكل ٧ - ٦.



شكل ٧٠ : ضاغط هواء بمرحلتين

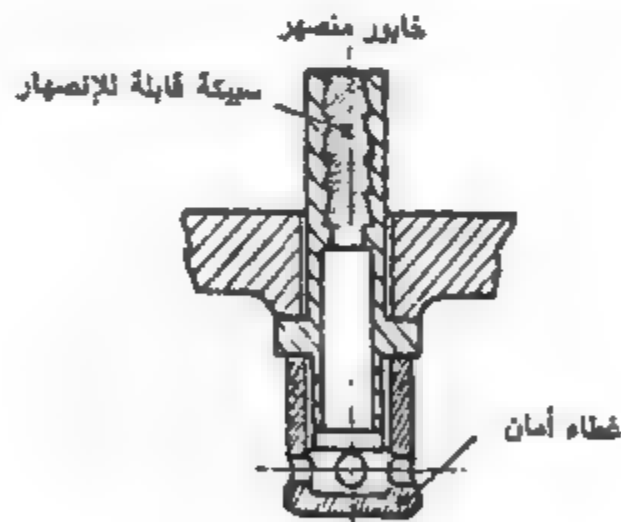
ويتم فيه سحب الهواء خلال مشوار السحب عن طريق صمام السحب للمرحلة الأولى خلال مرشح الهواء لو كاتم الصوت، ويتم غلق صمام السحب في مشوار الإنضغاط وهو المشوار المساعد للكباس وينضغط الهواء إلى أن يصل إلى ضغط الطرد للمرحلة الأولى، فيمر خلال صمام الطرد إلى مبرد المرحلة الأولى، وبعدها يتم سحب الهواء وضغطه في المرحلة الثانية بنفس الطريقة، بحيث يصل إلى ضغط مرتفع جداً في الأسطوانة الأصغر للمرحلة الثانية، وبعد مرور الهواء من صمام الطرد للمرحلة الثانية، يتم ثانية تبريد الهواء وتوريده إلى اسطوانات التخزين .



شكل ٧.٢ : صمام سحب الهواء طراز الأقراص

ويتكون الضاغط من حوض مرفق جاسي (متين) يقوم بحمل ثلاث محامل (كراس) لعمود المرفق، وتركب فوقه كتلة الأسطوانات (الفارغة) حيث يركب فيها بطانات مستبدلة، أما الأجزاء المتحركة فتتكون من الكباسات، وأذرع التوصيل وعمود مرفق قطعة واحدة بتكويعتين، وتوضع رأس اسطوانة المرحلة الأولى على كتلة الأسطوانات، بينما تركيب رأس الإسطوانة للمرحلة الثانية فوق الأولى، وتحمل كل رأس ما يخصها من صمامات السحب والطرود، وتقوم مضخة ترسية تدار بجنزير (أو كتينة) بتوريد زيت التزليق اللازم للمحامل (الكراسي) الرئيسية، ومن خلال ممرات مثقوبة في عمود المرفق تقوم بتوصيل الزيت إلى محامل ذراع التوصيل الكبرى والصغرى.

ويتم توريد مياه التبريد للضاغط إما بواسطة مضخة خاصة ملحقة به، وإما من دورة التبريد العامة في حجرة المكثات، وتمر المياه إلى كتلة الأسطوانات التي تلحق بها مبردات كل من المرحلة الأولى والمرحلة الثانية ومنها إلى رؤوس اسطوانات المرحلة الأولى والثانية، وتزود فراغات التبريد بصمام أمان كالمبين في الشكل ٧ - ٨ وهو يمنع تفاقم الضغط في دثار



شكل ٧ - ٨ : صمام أمان فراغات التبريد

التبريد إذا انفجرت إحدى مواسير المبردات، وانطلق منها الهواء المضغوط، كذلك تزود مخارج الهواء من المرحلة الأولى ومن المرحلة الثانية بصمامات تهوية تفتح إذا زاد الضغط عن ١٥ ٪ من ضغط التشغيل، كما يركب خابِر منصهر بعد مبرد المرحلة الثانية ليعمل على تحديد درجة حرارة الهواء للورد، وبالتالي يقوم بحماية أوعية الهواء المضغوط ومواسير الهواء من تفاقم درجة الحرارة وما يتبعها (شكل ٧ - ٨).

وتركب جزرات تصفية على المبردات الملحقة بالضاغط، وعندما تكون مفتوحة يصبح الضاغط غير محمل ولا يصرف الهواء المضغوط، وينبغى دائماً عند بدء تشغيل الضاغط أن يكون في حالة عدم التحميل، وذلك مما يقلل عزم اللى في البدء للضاغط، كما يصرف أى مياه متراكمة في الوحدة، ويراعى أن المياه (أو الرطوبة المتكثفة) تؤثر على التزليق وقد تسبب مستحلباً من الزيت والماء يستقر كيطانة داخل خطوط مواسير الهواء، وربما يؤدي إلى الحرائق أو الانفجارات.

ويتم تدوير الضاغط حتى يصل إلى سرعة التشغيل المعتادة، ويتم التحقيق من وصول ضغط الزيت إلى قيمته المحددة الصحيحة، ثم نغلق جزيرة تصفية المرحلة الأولى، وبعدها جزيرة تصفية المرحلة الثانية، وعندئذ سوف يبدأ الضاغط في عمله، ومن الضروري ضبط جزرات مقاييس الضغط بحيث تعطينا قراءة ثابتة، وعندما تكون لدينا جزرات تصفية يدوية فيتحتم فتحها قليلاً لتصرف أى رطوبة قد تتجمع في المبردات، ويتعين التحقق من سلامة دوران مياه التبريد، والتتبع على درجات الحرارة بعد انقضاء فترة من التشغيل على الحمل.

وينبغى عند إيقاف الضاغط أن يتم فتح جزرات التصفية لمبرد المرحلة الأولى ومبرد المرحلة الثانية، ويجرى تشغيل الضاغط بدون حمل لفترة دقيقتين أو ثلاثة، وسوف يسمح لنا بتصريف أى مياه متكثفة في المبردات، وبعدها يمكننا إيقاف الضاغط مع ترك التصفية مفتوحة، فإذا كانت النية هي إيقاف الضاغط لمدة طويلة فلا بد من قطع مياه التبريد عن الضاغط وتصفيته.

٧ - ٩ تزليق المضاعف

ينبغي دائما استخدام الزيوت فائقة الجودة من المؤسسات العالمية وبحيث تكون خالية من الراتنجات أو الأحماض ومقاومة لتأثير الزمن. وتقدم لنا المعطيات التالية دليلا مقبولا لمواصفات الزيوت المستخدمة للمضواغط

للزوجة عند ٥٠ م (١٢٢ ف) = ١٠ - ١٢ أنجلر

الكثافة النوعية = حوالي ٠,٩

نقطة الوميض للحق المفتوح = ٢٣٠ م (٤٤٦ ف) على الأقل

نقطة التجمد = - ١٥ م (٥ ف)

محتوى الأحماض = صفر

محتوى الرماد = صفر

محتوى الأسفلت = صفر

واند بينت الخبرة العملية ان استخدام الزيوت المناسبة للمضواغط يتكفل بحل ٩٠ ٪ من مشاكلها، ويطيل من عمرها في التشغيل كما يقلل من التآكل والتفريز في الاسطوانات وحلقات الكباس إلى أدنى درجة، كما يعمل على تحسين أداء الصمامات (السحب والطرء)، ويزيد في الأمان أثناء التشغيل.

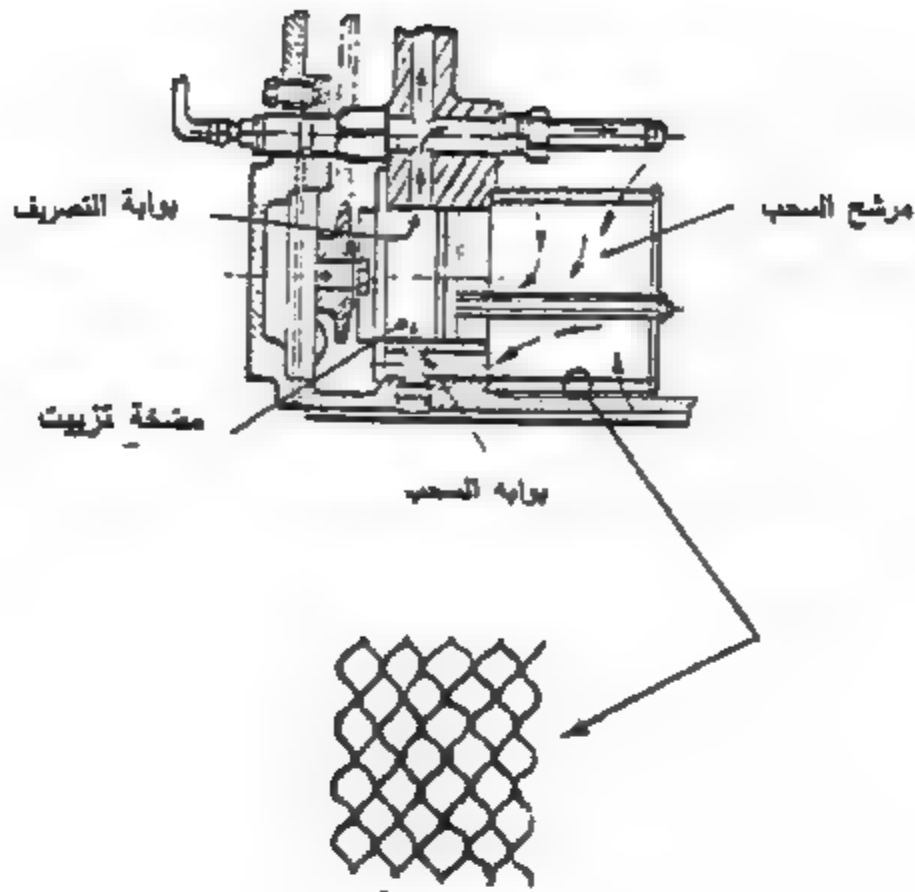
ويؤدي استخدام الزيوت غير المناسبة إلى المتاعب التالية :

١ - لصب (قفش) حلقات الكباسات (الشنابر)

٢ - تكرين (تفحم) صمامات الإنضغاط

٣ - تلف المحامل (الكراسي)

٤ - تآكل الاسطوانات والكباسات.



شكل ٧ - ٩ : مرشح الزيت ، مضخة التزيت

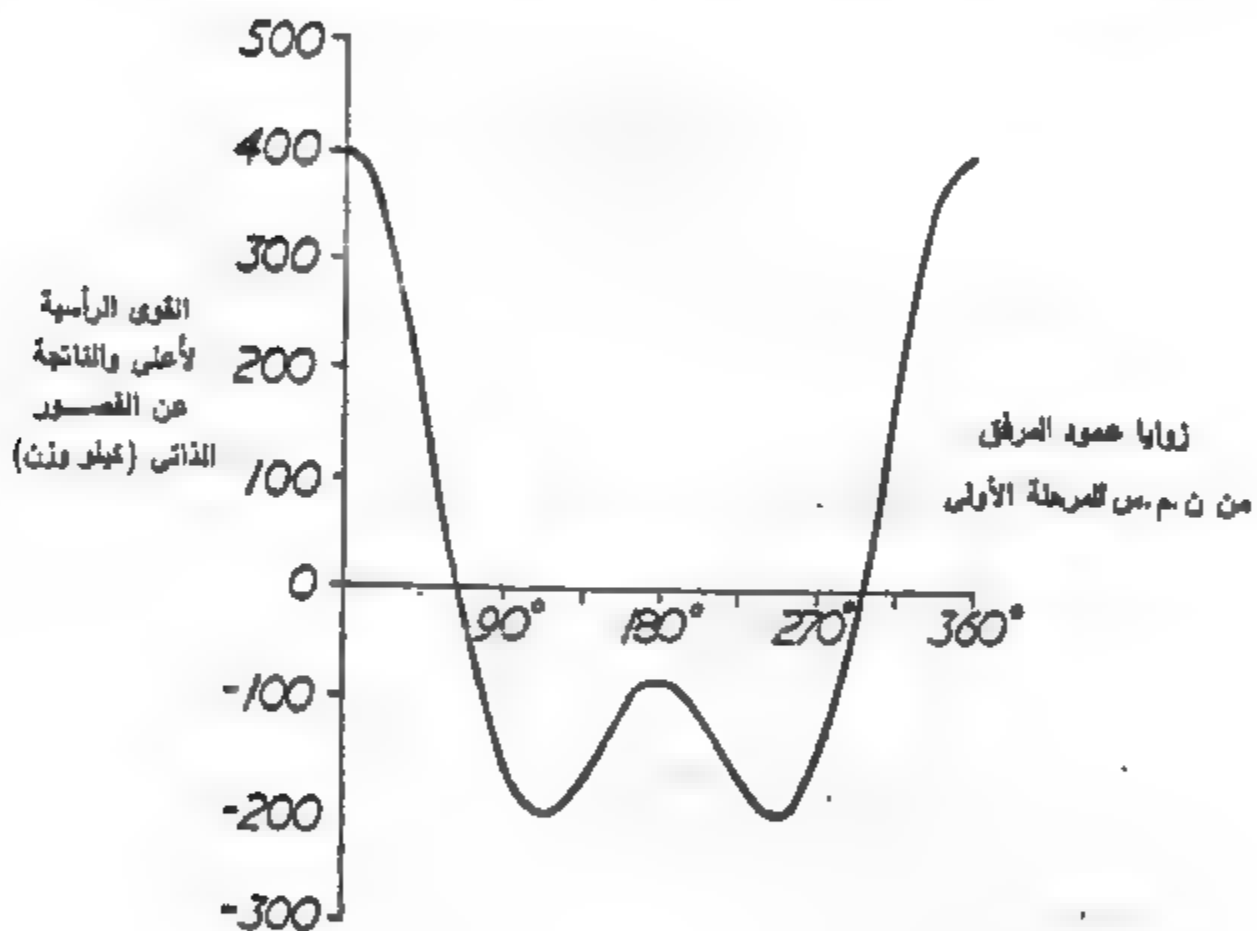
٧ - ١٠ تركيب الضاغط :

لا يمثل اختيار موقع ضاغط الهواء وضعا حرجا في أغلب التطبيقات، حيث نجد أن أطوال المواسير تكون عادة قصيرة نسبيا، ولذلك فليس من الضروري أن يوضع الضاغط في نقطة المنتصف من المنظومة.

ولا بد أن يكون لاختيار للموضع بحيث يسحب الضاغط هواء جويًا نقيًا، وغير ملوث أو مختلط بالزيوت أو البخار أو الغازات المتسربة من آلات محيطه، كما أن سخونة الهواء الداخل إليه تؤثر تأثيرا سينا على أدائه فتقلل من إنتاجه وتزيد من درجات الحرارة في مختلف المراحل.

ولا بد أن تحظى الضواغط التي يتم تبريدها بالهواء بمزيد من التدقيق عند اختيار موضعها بحيث نتأكد من وجود مداولة كافية للهواء حولها.

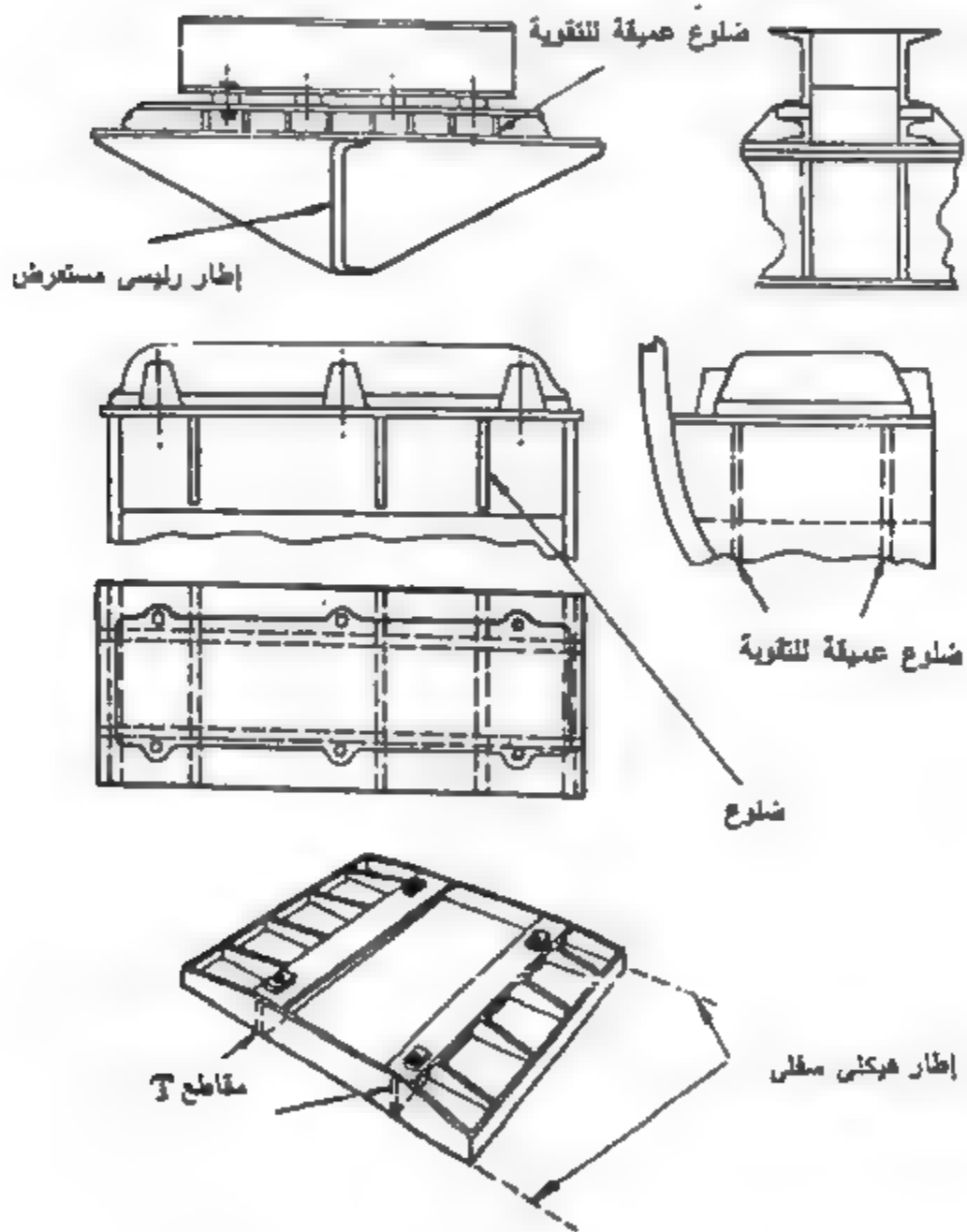
ويراعى أن عنصر الصيانة وسهولة تداول أجزاء الضاغط عند تفكيكه وتركيبه تمثل عنصرا هاما في تحديد الموضع، وعندما يخص الموضع ضواغط كبيرة وثقيلة الأجزاء، فلا بد أن تحدد لها الامكانيات اللازمة للرفع فوق الضاغط بحيث يمكن تركيب المعينات بسهولة.



شكل ٧ - ١٠: قوى القصور الذاتي في ضاغط الهواء الترددي

أ- قواعد (مجالس) الضاغط :

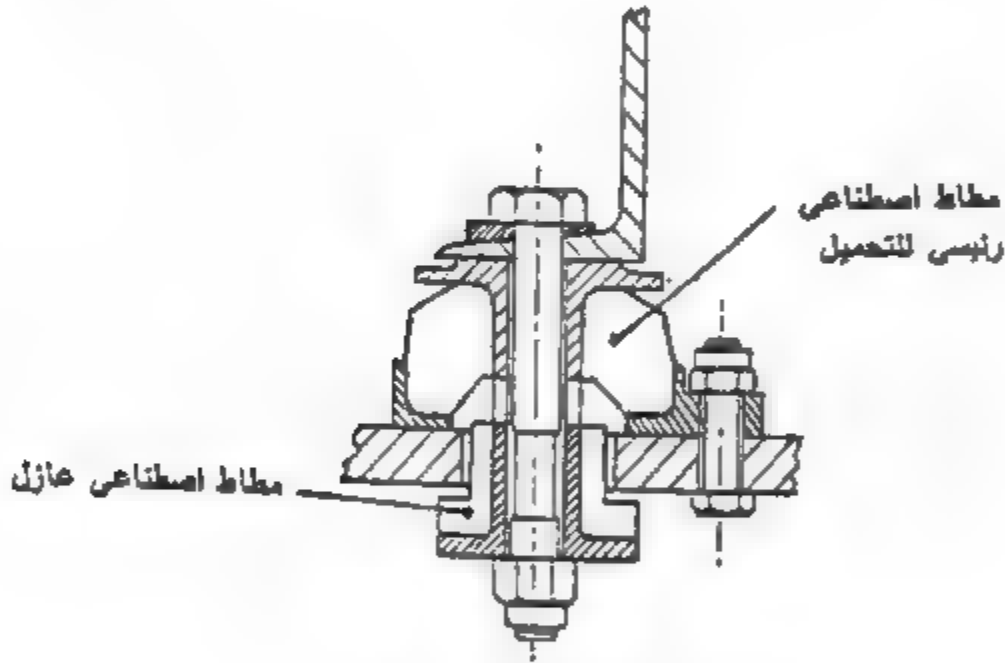
يتحتم تركيب كافة الضواغط على قواعد جاسئة مناسبة وذلك لتقليل الإهتزازات التي تعتبر عنصرا جوهريا في عمر الضاغط التريدي، وبذلك لابد أن تكون الأساسات أكثر ثقلا لتتحمل القوى الخارجة عن الاتزان والتي تنشأ عن قوى القصور الذاتي للكتل التريدية، ولا بد أن يتوزع حمل الضاغط على أكبر مساحة ممكنة من الأجزاء الانشائية للقواعد (للمجالس) ويبين الشكل (٧ - ١١) مثالا لذلك.



شكل ٧ - ١١ : قواعد لتركيب الضاغط

ب - القواعد المرنة :

يبين الشكل (٧ - ١٢) حيث نجد القواعد (المجالس) كلها مرنة تماما، ويراعى أن تركيب الضاغط على مثل تلك القواعد عملية صعبة، وتكون قاعدة تحميل الضاغط فى هذه الحالة مشكلة بحيث يمكن ملئها بصبة خرسانية لتقاوم قوى القصور الذاتى للضاغط الجديد، ويبين الشكل (٧ - ١٠) بعض قوى القصور النمطية لضغط هواء بدء الحركة ويتضح منه أنه يلزم وضع وزن صبة قيمته ٢٠٠ كجم فى القاعدة لمقاومة قوى القصور بشكل مناسب وللإحتفاظ بالوحدة رابطة بشكل صحيح على قواعدهما وينبغى عندئذ أن تكون التوصيلات مع الضاغط مرنة لا تحد من حركته.



شكل ٧ - ١٢ : القواعد المرنة

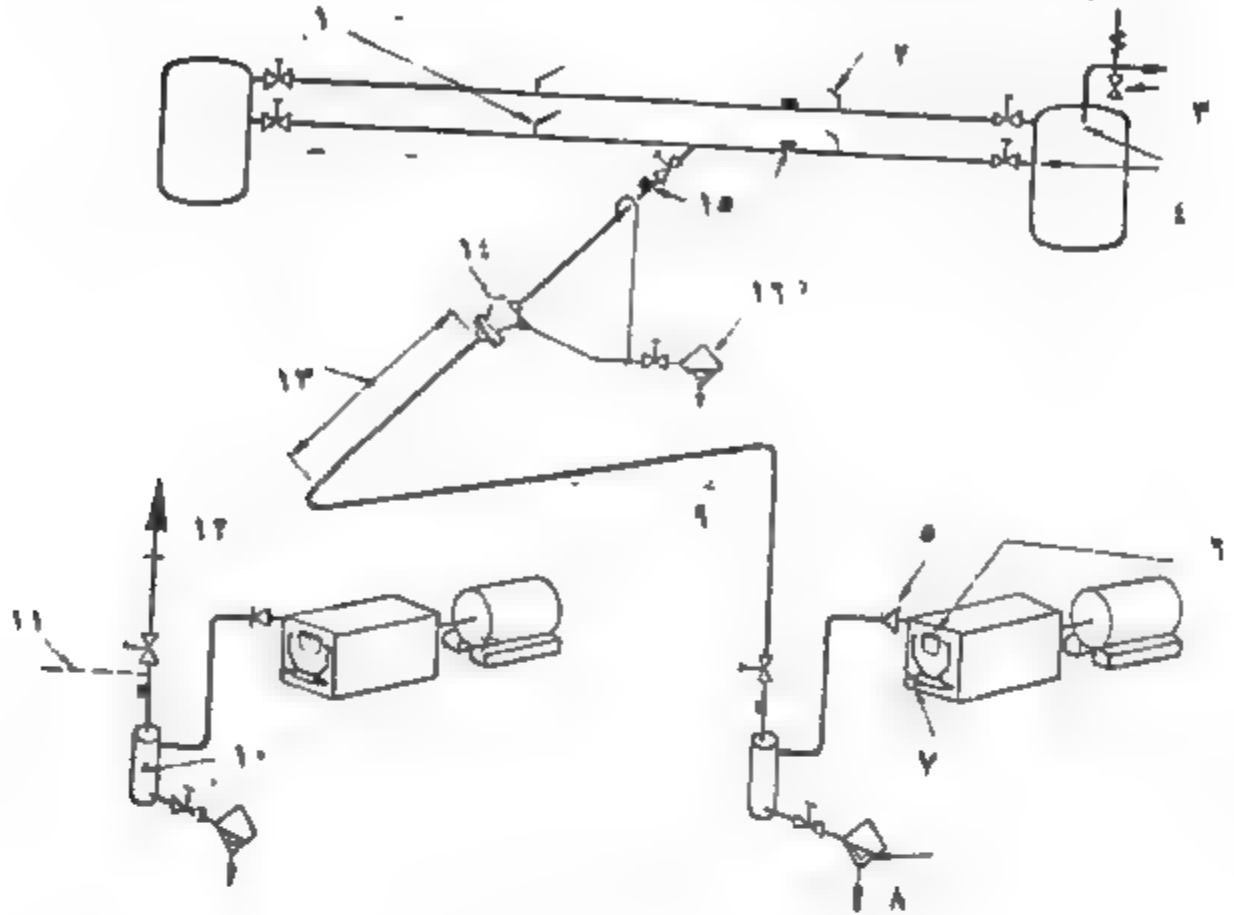
٧ - ١١ منظومة الهواء :

يبين الشكل (٧ - ١٣) تخطيطا نمطيا لتركيبات المنظومة، وتتكون من الأجزاء الآتية :

- ١- صمام غير رجاء على خط المواسير (٥)

ويوضع هذا الصمام مباشرة على خط طرد الضاغط للأسباب التي

تتضح مما يلي (٢٠١) :



- ٩ - خط ماسورة مائل ١٢/١ من الضاغط
- ١٠ - وعاء للماء المكثف
- ١١ - خط من ضاغط آخر
- ١٢ - إلى المستودع
- ١٣ - ماسورة بقطر ٢٠ مم
- ١٤ - فاصل الزيت والرطوبة
- ١٥ - خوابير منصهرة
- ١٦ - مصيدة تصفية تلقائية

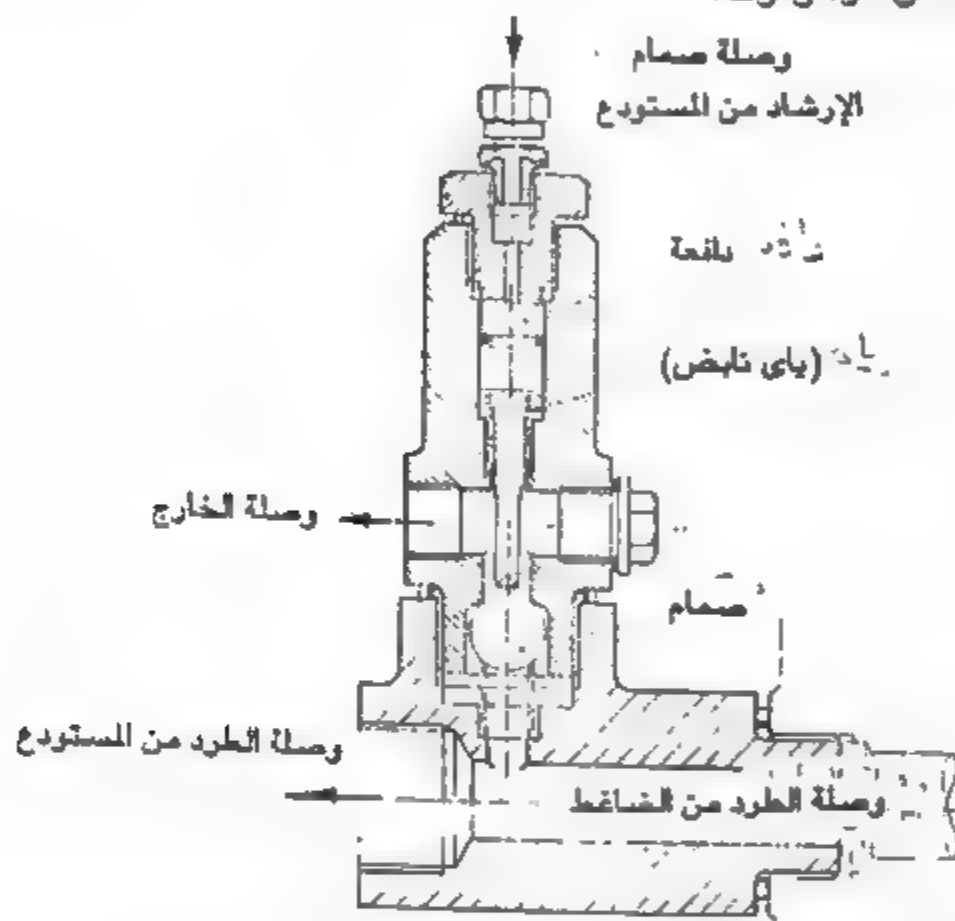
- ١ - وصلات صمام لولب مغناطيسي
- ٢ - وصلات مفتاح الضغط
- ٣ - صمام تهوية المستودع
- ٤ - داخل وخارج المستودع
- ٥ - صمامات غير رجاعة على طرد الضاغط
- ٦ - مزيل للحمل تلقائي
- ٧ - تصفية تلقائية لكل مرحلة
- ٨ - مصيدة تصفية تلقائية

شكل ٧ - ١٣ : تركيبات منظومة الهواء

١ - مزيل الحمل لجانب طرد الضاغط الترددي (شكل ٧ - ١٤)

عندما تتم إزالة الحمل من على الضاغط فلن يوجد الهواء المضغوط إلا في جسم الضاغط ومبرداته بالإضافة إلى جزء قصير جدا من فراغ خط المواسير وهو ما يزال (يطرد) إلى الجو، ولا يعتبر ذلك اقتصادا فحسب بل إنه يمنع الهواء الذي تم ضغطه في خط المواسير من الارتداد وإدخال فطرات

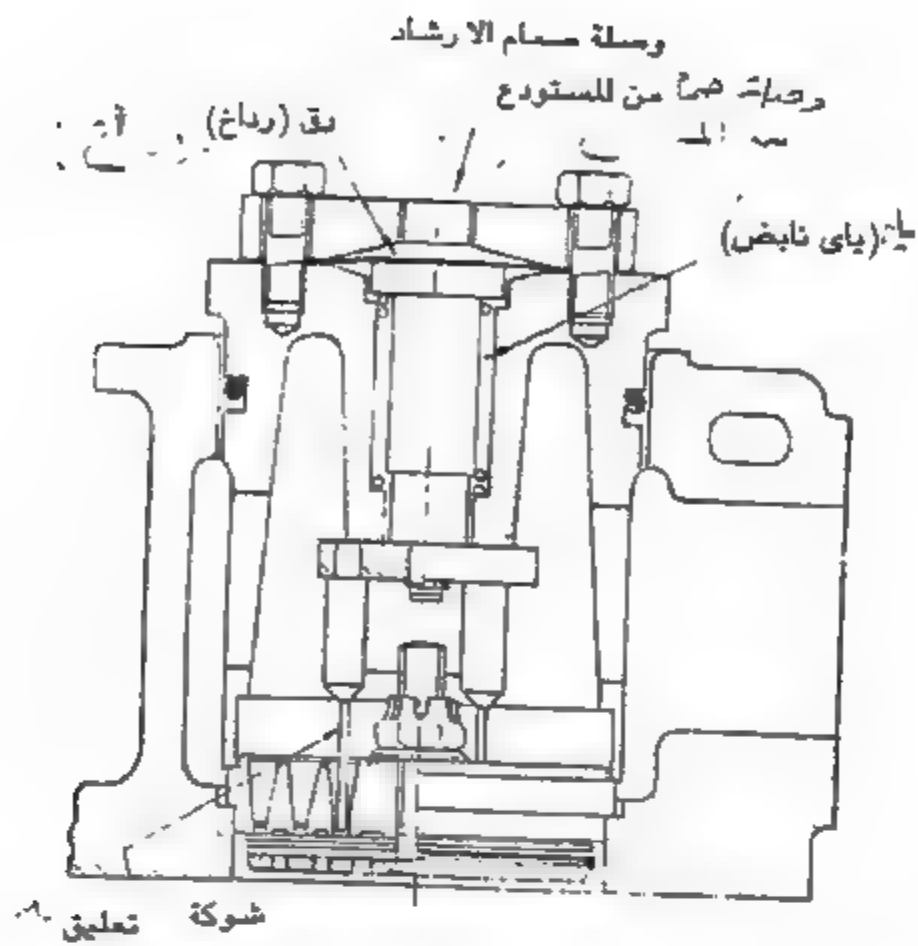
الرطوبة لتترسب على أسطح الصمامات لحياتا وتسبب إلى أحوال تشغيلها، وسوف يحدث هذا الارتداد ما لم يكن الصمام غير الرجاء مركبا على أى مسافة من خطوط الهواء، فإذا كان الضاغط مزودا بمزيل الحمل من الطراز الآلى، فلا بد أيضا من تركيب مصافى آلية للمبردات، وإلا فلن تكون الوحدة بالفعل آلية التشغيل، وسوف يصبح من الضروري أن تتم تصفية المبردات يدويا كل مرة وقوف.



شكل ٧ - ١٤ : مزيل الحمل لجانب الطرد

٢. خافض الضغط على صمام السحب للضاغط الترددى شكل (١٥.٧) :

وينبغي تركيبه على صمام السحب لكل مرحلة حتى يمكن إزالة الحمل من على الضاغط بشكل سديد، ونجد أن أذئاب الصمام تدفع قرص الصمام ضد الأيوانات ليصبح فى موقف متوسط بحيث يدخل



شكل ٧ - ١٥ : مزيل الحمل لجانب الشفط

الهواء ويخرج من نفس المسلك، ولا يلزم بالضرورة صمام غير رجاء لخط المواسير مع هذا الطراز من إزالة الحمل، إذ أن صمام الطرد النهائي للضاغط يوفى هذا المطلب، ونستطيع باستخدام محبس قلاووظ غلق على خط المواسير أن نقوم بأية أعمال صيانة لازمة، وقد يكون استخدام صمام غير رجاء على خط المواسير مناسباً إذ أنه يعمل تحت ظروف عمل أقل شدة، ولا يحتاج نفس أعباء الصيانة التي يستلزمها صمام طرد الضاغط، وهو يجنبنا الارتداد العفوي للهواء المضغوط إلى الضاغط عند إجراء الصيانة.

٣ - الضواغط الدوارة :

يعتبر صمام خط المواسير غير الرجاء لازماً، وإلا فسوف يتسرب الهواء من خلال الحوايك الداخلية عند وقوف الضاغط، وقد يتسبب في أسوأ الاحتمالات إلى إدارة الضاغط (تدويره)، ويتم إزالة الحمل عنه بمنهج

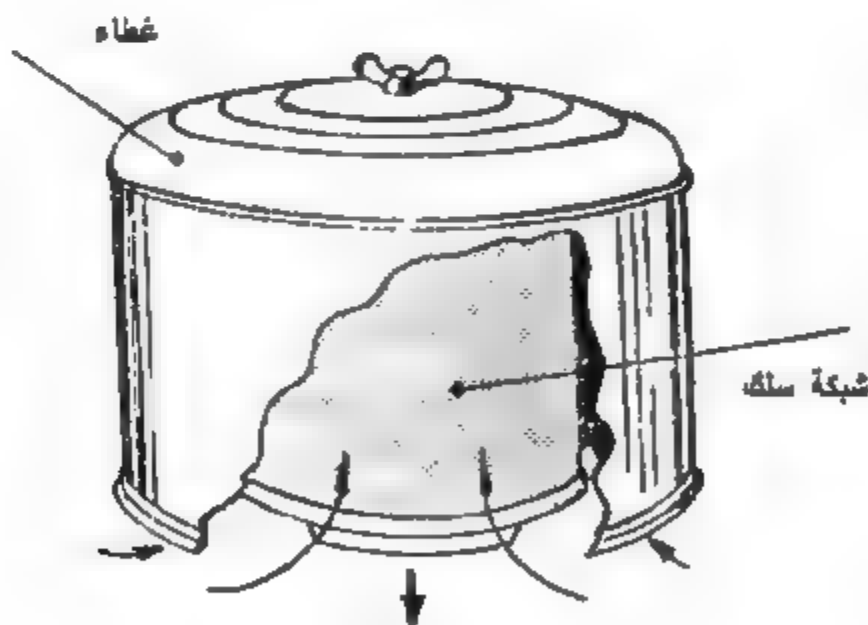
إعادة المداولة (من الطرد إلى السحب) وعلى ذلك فلن يكون موضع الصمام غير الرجاء حرجا، ولكن كلما كان الصمام قريب للضاغط كلما قل فقد الهواء المضغوط إلى الجو.

علبة إمتصاص الماء المتكثف

تركب هذه العلبة بحيث يساق إليها مباشرة طرد الضاغط رأسيا لأسفل بعد الصمام غير الرجاء ولا بد أن تكون العلبة مزودة بمصيدة تصافي آلية، وتعمل هذه الوحدة على منع إغراق الضاغط بالماء المتكثف، خصوصا عندما يكون في وضع استعداد مع ضاغط آخر عامل على نفس المنظومة، وقد تحتوى هذه العلبة أحيانا على صمام غير رجاء وفاصل للرطوبة.

فاصل الرطوبة :

يراعى حتمية تركيب هذه الوحدة في المنظومة، ولها طرازات متعددة، وهي جميعا تعمل بكفاية أحسن عندما يكون الهواء أبرد ما يمكن



شكل ١٦.٧ : مرشح الهواء

٧-١٢ تشغيل الضاغط :

ينبغي وضع يد صمام التشغيل في موضع «البدء» قبل بداية دوران الضاغط، ويأتالي فهي تفتح صمام السحب للمرحلة الأولى فتتيح الدوران خاليا تماما من أى تحميل، ولا يبدأ الضاغط فى تصريف أى هواء، فيزيح التحميل عن محرك الإدارة حتى يتم تحريك يد بدء التشغيل إلى موضع الدوران «التشغيل».

ويجب قبل تشغيل الضاغط بعد وقوفه لفترة طويلة لو اجراء أى إصلاحات له أن يجرى التتميم على حالة حوض المرفق الداخلية ونقاوته، فإذا استدعى الأمر فمن اللازم تنظيفه بعناية، ويتم التنظيف بهزيت شطف أو سائل التنظيف المخصص، ولا يجوز مطلقا استخدام البنزين فى نظافته، إذ يؤدى ذلك إلى مخاطر الانفجار، ولا بد من تجفيف الفراغ الداخلى لحوض المرفق بعد غسيله بخزوق نظيفة (وليس بخيوط الكهنة)، وبعدها يتم ملء حوض المرفق بالزيت المناسب إلى العلامة العليا على مسبار (سيخ) القياس، ويضبط إنسياب مياه التبريد، ولا يصح أن تتجاوز د. حرارة مياه التبريد ٦٠م (٤٠ف)، إذ أن قشور رواسب الماء العسر تصبح كثيرة بشكل ملحوظ.

ويراعى أن يكون فرق د. الحرارة بين المياه الداخلة وخارج مياه التبريد فى حدود ٢٥ - ٢٠م.

ويمكننا التحقق من التفويت فى صمام سحب المرحلة الأولى بخروج الهواء منه، أما إذا كان التفويت فى صمام طرد المرحلة الأولى، فسوف يتضح لنا ذلك من مقياس الضغط على طرد المرحلة الأولى.

ونتعرف على التفويت من صمام السحب للمرحلة الثانية من ارتفاع الضغط فى عداد قياس الضغط للمرحلة الأولى.

لا يمكن التحقق من حالة صمام الطرد لمرحلة الضغط المرتفع إلا عند وقوف الضاغط، وللقيام بذلك فعلينا إدارة المرفق حتى يصل الكباس

إلى النقطة الميتة السفلى، ثم نفتح صمام التصريف إلى زجاجة الهواء، فإذا كان التفويت كبيراً فسوف يندفع الكباس لأعلى بسبب دخول الهواء المضغوط من خلال صمام الطرد.

ويتم إيقاف الضاغط بفصل التيار الكهربى، ثم نغلق محبس زجاجة الهواء، ونوقف مياه التبريد، ويستحسن تصفية مياه التبريد كلية فى الجو البارد إذا كان المتوقع تجمع المياه.

وينبغى قبل بدء تشغيل الضاغط مراعاة ما يلى :-

١ - سريان مياه التبريد، مع استخدام جزرات التنفيث للتخلص من أى جيوب هوائية فى الدورة.

٢ - التحقق من منسوب الزيت فى حوض المرفق.

٣ - فتح مصافى الماء (والهواء) بعد المبردات للتأكد من دوران الضاغط بدون حمل، ويتم أيضاً فتحها ثانية عند إيقاف الضاغط، بحيث تغلق فقط بعد الدوران وأثناء التشغيل المعتاد، وتفتح دورياً للتخلص من المياه المتكثفة.

٤ - يستحسن محاولة تدوير الضاغط يدوياً قبل بدء تشغيله للتأكد من إزالة التحميل.

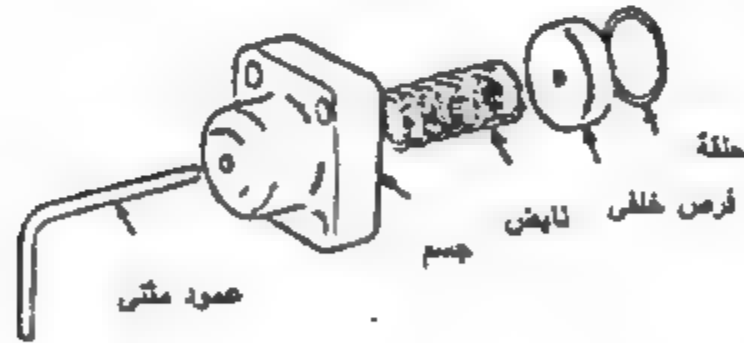
٧ - ١٣ صيانة الضاغط :

١ - تنظيف حيز التبريد والمبردات البينية وتغيير أصابع الزنك إذا لزم مع التأكد من سلامة دورة التبريد والمضخة.

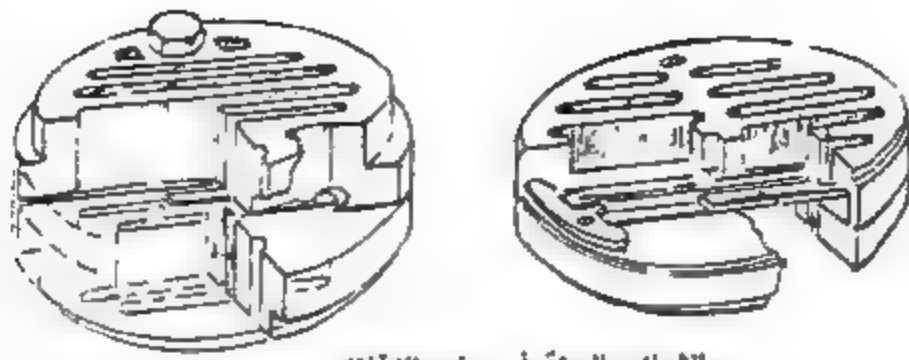
٢ - تنظيف حيز التزييت، ومصفاة، ومضخة الزيت مع فحصها وقياس خلوصها وإجراء الصيانة اللازمة لها.

٣ - تنظيف مرشح الهواء.

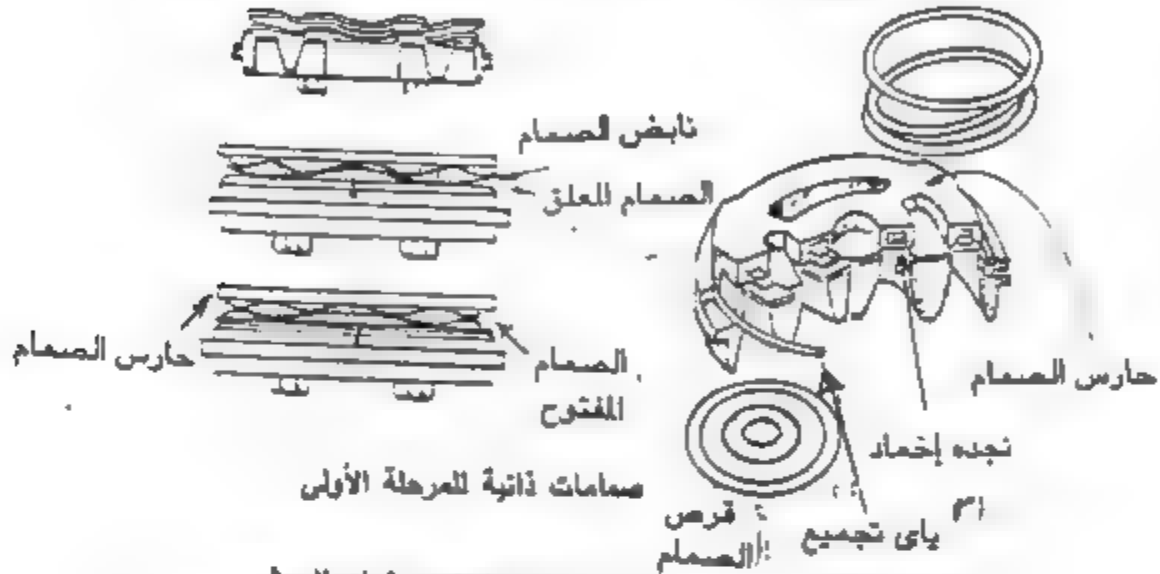
- ٤ - يتم فك رؤوس الإسطوانات وأقراص الصمامات، ويجرى فحصها وصيانتها وتغيير ما يلزم.
- ٥ - يخلع الكباس، وذراع التوصيل، ومحور الكباس، والحلقات، ويتم نظافتها وصيانتها وتغيير ما يلزم.
- ٦ - يتم تنظيف وفحص جلب الإسطوانات، وتغيير ما تاكل منها.
- ٧ - يقاس خلوص كراسى المرتكزات ومحاور أذرع التوصيل، وتختبر ثقبوب وممرات التزييت في عمود المرفق، وأذرع التوصيل، ويتم تسليكها.
- ٨ - يراجع حجم حيز الخلوص ويتم قياسه بانضغاط أسلاك الرصاص.
- ٩ - يختبر تثبيت هيكل الضاغط على القاعدة (الفرش)، وتختبر استقامة توصيله بالتحرك الكهربى، ومتانة رباطه على القاعدة.
- ١٠ - يستحسن بعد الصيانة تدوير الضاغط بدون حمل (فتح جزرات التصفية) لمدة عشر دقائق ثم إيقافه وتحسس درجات حرارة المحامل والكراسى والمبردات.



شكل ٧ - ١٨ : صمام أمان لمياه التبريد



الشرايح المرفوعة في وضع الإغلاق



شكل ٧ - ١٩ : صمامات السحب والطرز طراز الريش

ويجرى التتبع على حالة الصمامات بعد حوالي ٦٠ - ٨٠ ساعة تشغيل، مع إزالة آثار الزيت أو الكربون إذا احتاج الأمر، ولا بد من تفكيك الصمامات، وتنظيف أجزائها بعناية، بالوقود الخفيف أو أى سائل تنظيف، فإذا ما كانت هناك رواسب متحجرة فيتم إزالتها بالمحاليل أو المنظفات الكيماوية وليس بالمراشمة.

ويراعى أن قرص الصمام الذى يعمل بكفاءة سوف يبدو على سطحه الحافك حلقات منتظمة رمادية غامقة، فإذا اتضح وجود أى تكسر فى الحلقات فذاك دلالة على وجود تفويت بها، وعندئذ يتم صنفرتها بعناية، نستخدم لصنفرة الصمام قرص صمام جديد نطليه بطبقة من معجون صنفرة ناعم ثم يوضع بحيث يتطابق سطحه تماماً مع مقعد الصمام، ونقوم بتحريكه (القرص) أماماً وخلفاً مع تسليط ضغط بسيط عليه.

ولا يجوز إعادة استخدام أقراص صمامات تالفة أو يابات بها عيوب ولا بد من استبدالها بأخرى جديدة، وعند إعادة تجميعها فلا بد من العناية بوضعها في الترتيب السليم بون استبدال جزء محل آخر.

ولا بد عند تقفيل الصمامات من مراعاة تركيب حلقات الحشو السليمة، كذلك لا بد من تنظيف صمامات الأمان بعد فترة دوران ١٠٠ ساعة مع مراعاة ألا تستبدل مع بعضها (أحدها للمرحلة الأولى، والثاني للمرحلة الثانية)، ولا يستلزم صمام الأمان أى ضبط عند تركيبه.

ومن الضروري أن يجرى التتميم على حالة الكياس وحلقاته، وأن تتم نظافتها مرة كل عام على الأقل.

ويراعى خلع الإسطوانة وتركيبها بحرص زائد.

ويتم خلع الكباس من أعلى بعد فك مسامير رباط ذراع التوصيل وينبغى دائما التحقق من ربط مسامير أذرع التوصيل تماما، فإذا لم يتم ذلك فقد يتعرض للضاغط إلى خلل وانهيارات رئيسية، ويتم غسيل الكباس بوقود خفيف، ولا لزوم لكشط حلقات الكباس وإنما يكفي أن تركيب في مكانها بسهولة تامة، ويتحتم استبدال الحلقات المتكلسة مع الحذر في ترتيب وضع الحلقات وتجميعها بصحة، خصوصا بالنسبة لحلقات كشط الزيت، وينبغى تجنب فجوات الحلقات عن بعضها ١٨٠. ويمكن خلع عمود المرفق بعد إزالة غطائه أولا.

يلزم اتخاذ الاحتياطات التالية للضاغط الذى لم يستخدم لفترة

طويلة:

- تجرى تصفية مياه التبريد .
- تجرى تصفية زيت التزليق .
- تجرى نظافة حوض الزيت .
- تخلع كافة الصمامات وصمامات الأمان .

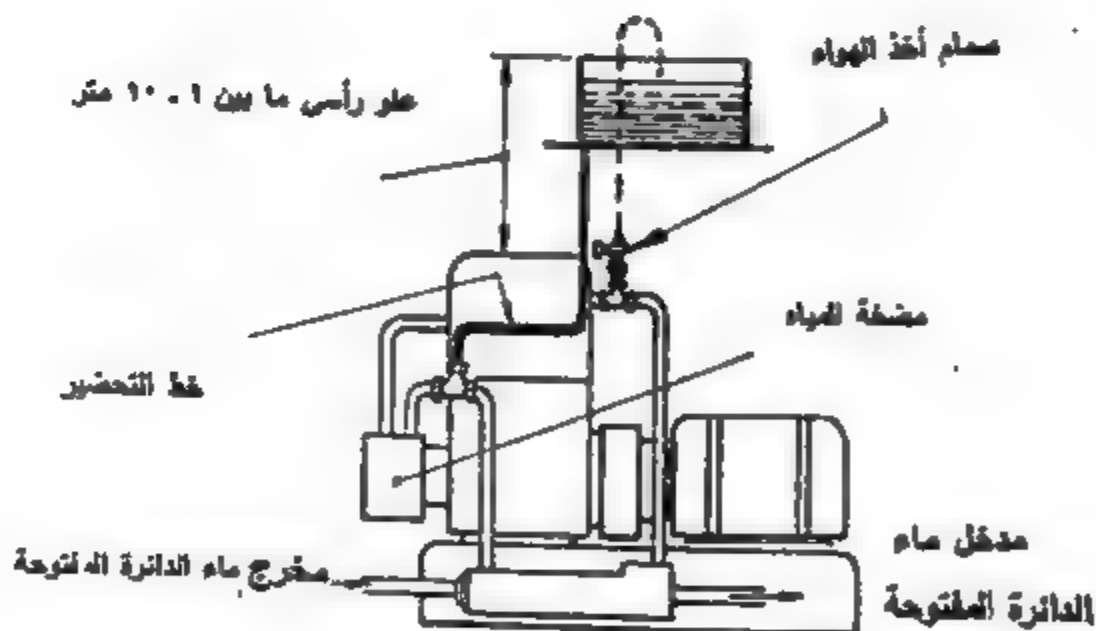
يعاد التجميع بعد تنظيف الأجزاء السابقة تماما وتزييتها بعناية .

وينبغي خلال شهور الشتاء (في جو الصقيع) أن تتم تصفية مياه التبريد بعد تشغيل الضاغط، وتزال المياه من الفراغ الرئيسي بفتح جزرة التصفية في أسفل نقطة من حيز التبريد.

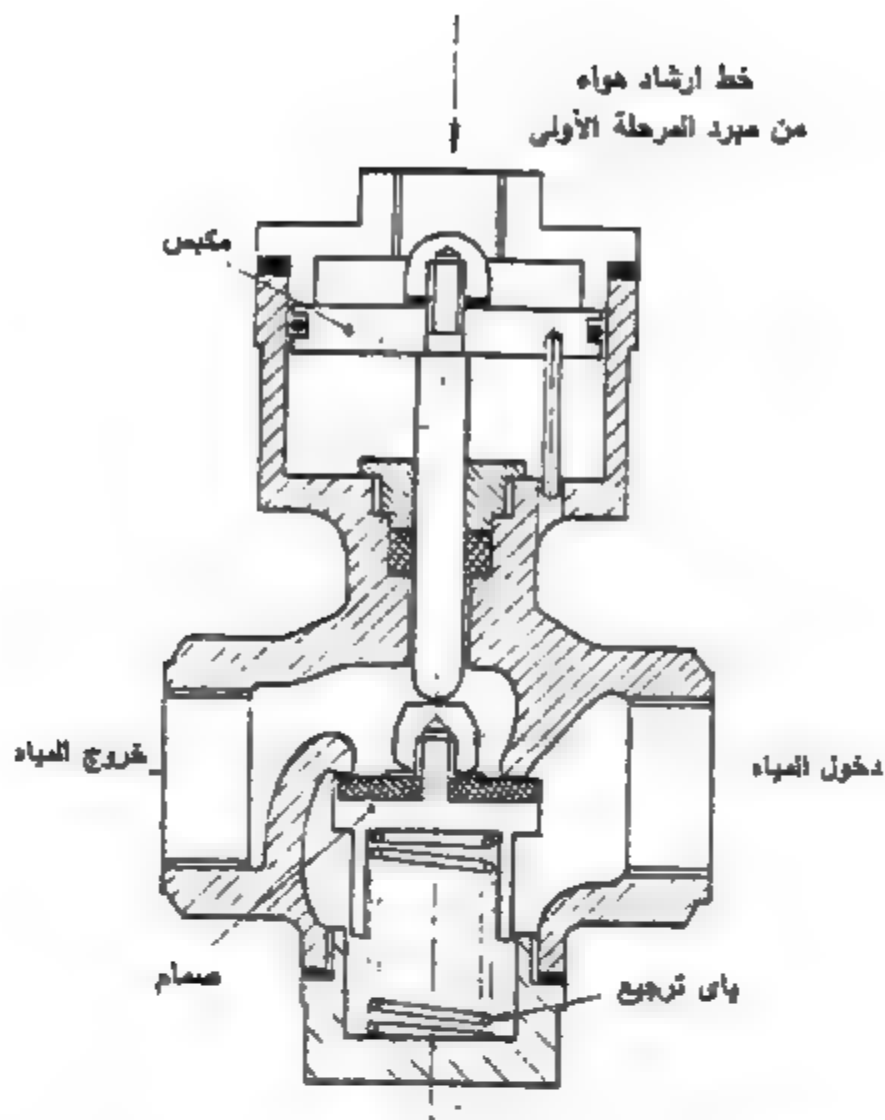
ويراعى أيضا استخدام الزيوت المناسبة للشتاء (٤٠ جموعية مهندسي السيارات).

فراغات مياه التبريد

لا يجوز أن يزيد ضغط المياه في فراغات التبريد عن ٢ بار (عداد)، فإذا زاد الضغط عن ذلك بشكل زائد لظروف خاصة، (بسبب انسداد خطوط صرف مياه التبريد مثلا أو غلق محبس على خط التصريف)، فسوف يتفجر قرص الانفجار عند ضغط حوالى ٥.٥ بار (عداد) وينبغي عنئذ استبداله بقرص غير أصلي، ولا يجوز مطلقا أن تستبدل بقرص أقوى مما كان موجودا، وإلا فسوف يؤدي ذلك إلى نشوء ضغط متفاقم في حيز التبريد ويتسبب في انفجار هيكل الضاغط ذاته.



شكل ٧ - ٢٠ : دورة تبريد مغلقة بماء عذب وتبريد بماء بحر



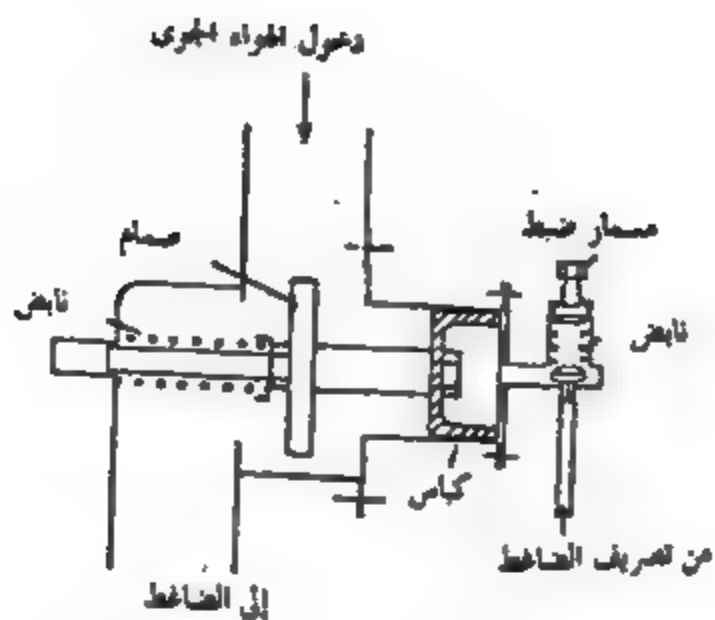
شكل ٧ - ٢١ : صمام خلق مياه التبريد يعمل بضغط الهواء

٧ - ١٤ التشغيل الآلي (الأتوماتي) :

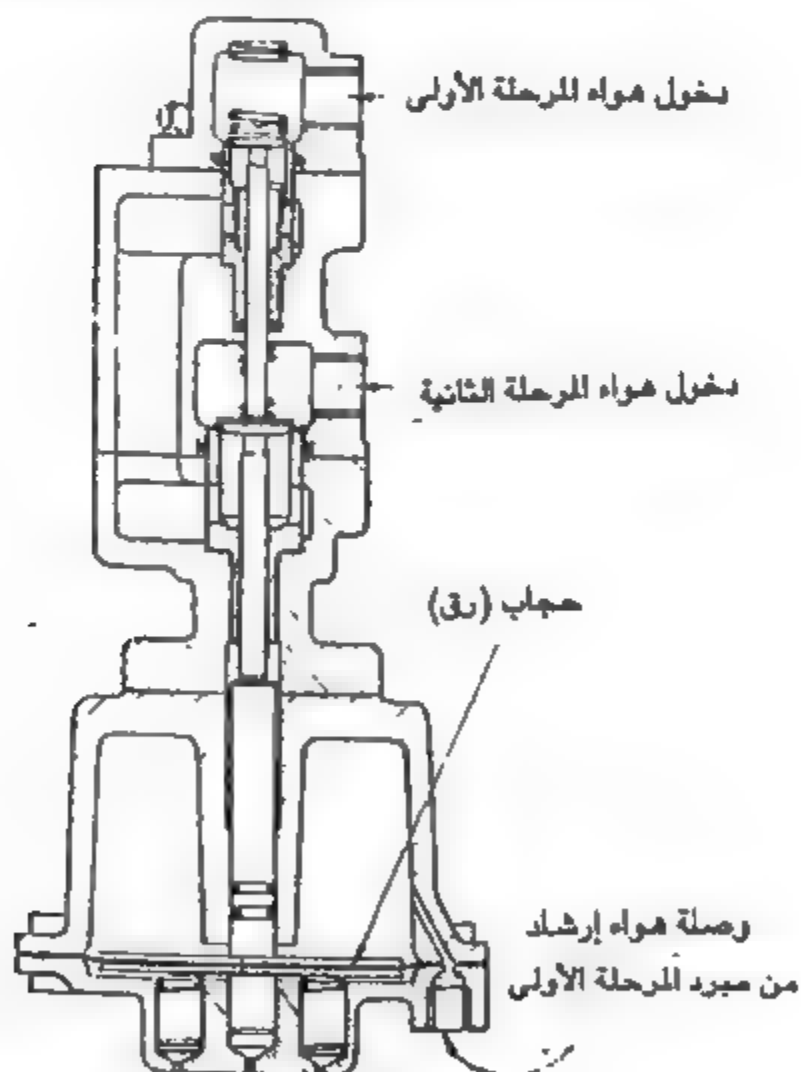
يتم التحكم ألياً في تشغيل الضاغط بإحدى وسيلتين:

(أ) التدوير والإيقاف :

ويزود الضاغط بوسائل مناسبة لرفع الحمل عند بدء الدوران، ثم إعادة التحميل بعد تمام الدوران واكتساب الضاغط لسرعته المعتادة، ويشيع استخدام وسيلة «التعليق» بمعنى وجود ذراع تضغط على صمامات السحب فتدفعها مفتوحة عن قواعدها، كما تستخدم وسيلة معر التحويل بحيث يجرى تحويل الضغط المنصرف إلى سحب الضاغط مرة



شكل ٧ - ٢٢ : التدوير المستمر مع قطع السحب أليا



شكل ٧ - ٢٣ : رافعة الحمل (قطع التصريف)

ثانية، وتزود أيضاً بجزرات تصفية آلية للتخلص من قطرات بخار المياه المتكثفة (الرطوبة) عند المبريات البينية، ويزود الطرد النهائي للضاغط بصمام غير رجاء.

وتتناسب هذه الوسيلة مع الضواغط الصغيرة، وزيادة حجم مستودع الهواء المضغوط نسبياً ويراعى أن التيار المستخدم في بدء التدوير يبلغ حوالى ضعف تيار التشغيل المعتاد.

(ب) التدوير المستمر مع قطع السحب آلياً:

وفى هذه الطريقة، يدور الضاغط بسرعة ثابتة وباستمرار، وعند بلوغ الضغط قيمته المحددة، يتم رفع الحمل عن الضاغط، إما بتعليق صمام السحب مفتوحاً وإما بغلق صمام السحب تماماً، فينقطع توريد الهواء المضغوط.

٧ - ١٥ الخلل والعلاج :

الأسباب والعلاج	الخلل
١ - ضعف التصريف (زيادة مدة الضخ)	انسداد مرشح الهواء، يخلع وينظف
٢ - ضعف التصريف (كمية زيت كبيرة جداً فى خطوط التصريف)	حلقات الكباس غير هابكة تماماً ويتعين استبدالها .
٣ - ضعف التصريف (خوضاء فى التشغيل)	تحقق من كفاءة الحشو للصمامات (الحشيات) ولا بد أن تتقعد أقراص الصمامات وينقى نظامتها.
٤ - صوت دق (تخبيط)	تآكل معامل عمود المرفق، وتستبدل إذا زاد الخلوص للقطرى (٠,٠٦ -

٠.٠٨ مم) ولا بد أن يدور عمود المرفق حرا على محاوره

٥ - مياه فى حوض الزيت

تحقق من عدم وجود تسريب مياه
تبريد، بعد رفع ضغط المياه إلى
حوالى ٤ بار، وعادة ما تكون المياه لا
بسبب التسريب وإنما بسبب تكثف
الرطوبة من الهواء المضغوط، ويعدل
الوضع بفتح خارج مياه التبريد
لتصل د. حرارتها إلى ٥٠ - ٦٠ م.

الباب الثامن

شكات المواسير والأجهزة المساعدة

نستعرض في هذا الباب باقى المستلزمات لتشغيل المضخة وتركيب شبكة الضخ، بما فى ذلك خطوط المواسير ومختلف أنواع المحابس والصمامات والمصافى والمرشحات وأجهزة قياس الضغط والمنسوب وكمية التصريف.

تستخدم خطوط المواسير وملحقاتها في الكثير من الأغراض العملية، فهي تقوم بنقل مختلف السوائل المتداولة في محطات الضخ، والتحكم في سريانها من موضع إلى موضع آخر، وتقوم بإمداد السوائل إلى المضخات في خطوط السحب، وتصريفها إلى الخزانات أو البحر في خطوط الطرد، وتستخدم في محركات الديزل مثلاً لإمداد الوقود من الصهاريج إلى المحرك، وفي خطوط التبريد والتزيت وهواء بدء الحركة، كما تعتمد خطوط المواسير، لتوصيل الهواء أو البخار أو غازات مكافحة الحريق إلى مختلف المواضع في محطات القوى، وفي المؤسسات الصناعية بوجه عام، وقد تكون تلك السوائل مصنعة (مسببة للصدا)، أو أكالة أو قابلة للاشتعال أو غيرها من الخواص التي تسبب خطورة تدارلها وصعوبته، وتقوم خطوط المواسير في المنشآت الصناعية بوظيفة عروق الدم في الجسم البشري لذلك كانت لها أهميتها الكبرى في التطبيقات العملية.

ويقصد بكلمة الملحقات أو التركيبات كافة المحابس والصمامات والجزرات وأفرع التوصيل بين الخطوط، والوصلات المسلوية (زواة أو نقاصة)، والمصافي والمرشحات، وصناديق للمحابس والفصل، ووصلات التمدد... الخ، كذلك تعتبر مقاييس الضغط وكمية التصريف، والمنسوب من بين التركيبات الأساسية في محطات الضخ.

ويؤدي تركيب مكونات أجزاء دورات الضخ وشبكات المواسير بطريقة سليمة إلى الحصول على التشغيل الفعال والخالي من العيوب، لذلك يجب أن يعرف القائمون بالتشغيل وظيفه الأجزاء المختلفة وطرق صيانتها والكشف عليها وتأثير مختلف التركيبات والصمامات على عمل الدورة، كما يتحتم اتخاذ الدقة في إتمام مختلف التوصيلات، وقد نجد في

كثير من الحالات أن تجاهل الاعتبارات السابقة يؤدي إلى الإساءة البالغة لتشغيل المضخات أو إتلاف شبكات المواسير كلية.

٨-٢ تصنيف المواسير :

يمكن تصنيف المواسير المستخدمة في محطات الضخ تبعاً لطريقة تصنيفها أو المواد المصنوعة منها أو التطبيقات المستخدمة فيها :

أ - التصنيف تبعاً لطريقة التصنيع :

١- مواسير بدون نسرة، وهي المصنعة بسحب المعدن على البارد (أو الساخن) أو بطريقة البثق بواسطة درافيل الإنتاج، وهي شائعة الاستخدام للألمونيوم والنحاس وسبائكها.

٢- مواسير ملحومة دورانية، وتكون مصنعة من شرائط ألواح معدنية ملحومة على الدائر، وهي شائعة لل فولاذ وسبائكها،

٣- مواسير ملحومة بالمقاومة الكهربائية، وتكون مصنعة من ألواح فولاذ ملفوفة دائرياً، ثم تلحم دسراتها الطولية بالمقاومة الكهربائية.

٤- مواسير ملحومة بالقوس الكهربى، وتكون مصنعة من ألواح فولاذ مدلفنة على هيئة ماسورة ثم تشطف حوافها، ويسلط عليها اللحام الأوتوماتى بالقوس الكهربى.

ب - التصنيف تبعاً لتطبيقات الاستخدام :

يوضح الجدول التالى مختلف تصنيفات المواسير تبعاً للتطبيقات المستخدمة في محطات الديزل أو محطات البخار.

ج - التصنيف تبعاً للمواد المستخدمة :

١- مواسير فولاذ، وهي الأكثر شيوعاً.

٢- مواسير حديد الزهر، وتستخدم في تطبيقات محددة.

تطبيقات الاستخدام	محطة قوى ديزل	محطة قوى بخارية
بخار	بخار عادم بخار تصافي بخارية	بخار رئيسي عادم مساعد تصافي بخارية
مياه	مياه تغذية مياه عذبة مياه عذبة للتبريد مياه بحر للتبريد مياه بحر أو صابورة أو جمة	مياه مكثف مياه تغذية مياه عذبة مياه بحر أو صابورة أو جمة
زيوت	زيوت وقود زيوت تزليق	زيوت وقود زيوت تزليق
هواء وغازات عادم	هواء وغازات عادم	هواء
متنوعات		لجهاز تقطير مياه

٣- مواسير النحاس، وتتميز بمرونتها الفائقة ومقاومتها للتصدع، وتستخدم أساساً في المواسير بأقطار صغيرة.

٤- مواسير النحاس الأصفر، وتستخدم للمبادلات الحرارية.

٥- مواسير اللدائن (البلاستيك)، وتستخدم في تطبيقات محددة بحيث لا يقع عليها أحمال كبيرة.

ويراعى أن مواسير الحديد الزهر فقيرة الخواص بالنسبة لمقاومة التصدع الناتج عن مياه البحر، خصوصاً عند وجود البرونز في المنظومة، كما أنها ضعيفة في أحمال الشد وأحمال الصدم، لذلك يحدد استخدامها في دورات الضغط المنخفض للبخار أو الهواء أو الزيوت أو تركيبات المياه منخفضة السرعة، وتتسبب طبيعتها القصيفة في استبعاد استخدامها مع

التركيبات المتصلة بالغلاف الجانبى للسفينة.

ويتحسن أداء الحديد الزهر بإضافات بعض المعادن مثل النيكل والمعالجة الحرارية الدورية، والتي تتحول بها حبيبات الجرافيت الحر إلى هيئة كروية، وقد يمكن استخدامه عندئذ لأعمال الضغط المرتفع والمبخار التى تقل د. حرارته عن 460°م كذلك يمكن استخدامها لتركيبات ماء البحر إذا تم تبطينها بالمطاط أو اللدائن.

وتستخدم مواسير الفولاذ الطرى المصنعة باللحام والمبطنة بنفس المواد فى التركيبات الأكبر من هذا الطراز، كما يستخدم الحديد فى التطبيقات التى تتطلب مقاومته الذاتية للتصدأ.

ويشيع فى الوقت الحاضر استخدام سبائك النحاس أو الفولاذ الطرى الملحوم بالمقاومة الكهربائية أو المجلقن بالدرفلة على الساخن والغمس الحار.

وتستخدم مواسير الفولاذ الطرى بدون دسرات (لحام) للمبخار، كذلك قد يستخدم النحاس الأحمر للضغوط ودرجات الحرارة المعتدلة، بينما يستخدم الفولاذ على خطوط الهواء مرتفع الضغط، وخطوط تصريف التغذية إلى الغلايات، وكافة مواسير زيوت الوقود الراقعة تحت ضغط، ويراعى أن متانة الفولاذ تقل بعد حوالى د. حرارة 450°م ، وعندئذ يستخدم الفولاذ المضاف إليه الكروم أو الموليبدنيوم، وقد يستخدم النحاس الأحمر لمواسير زيوت التزييق وليس الوقود، بحيث تكون خالية من الدسرات، وغيرها من خطوط مياه الخدمة أو المياه العذبة أو مياه البحر، ولكنها لا تتناسب فى حالة السرعات المرتفعة للسوائل أو المصهور بها هواء أو مياه الأنهار الملوثة، بحيث يشيع فى الوقت الحاضر استخدام السبائك النحاسية فى مواسير ملفات تسخين الصهاريج للزيوت والمياه، وتستخدم الشفائر (الفلنجات) لتوصيل مواسير الفولاذ وتثبيتها فى

المواسير إما بلحام الصهر وإما بالقلالوظ، بينما تثبت الشفائر في مواسير النحاس وسبائكها باللحام.

ويستخدم الحديد الزهر ومعدن المدافع بكثرة في ملحقات المواسير صغيرة الحجم، وعند الضغوط المعتدلة، بينما يستخدم الفولاذ الطرى في الملحقات الكبيرة بضغوط مرتفعة ود. حرارة عالية (مثل خطوط الزيوت الوقود الواقعة تحت ضغط) من فولاذ مشغول وملحوم بالانصهار، وعادة ما يحتوى الفولاذ عندئذ على (٠.٥)٪ موليبدنيوم إذا تجاوزت د. الحرارة ٤٦٠°م (راجع الجدول المرفق).

يجرى في العادة اختبار ضغط للمواسير والملحقات بحيث يكون ضعف ضغط التشغيل أو ٢.٥ ضغط التشغيل في حالة مياه تغذية الغلاية أو ٢.٣ ضغط التشغيل لسبائك الفولاذ إذا تجاوزت د. الحرارة ٤٦٠°م.

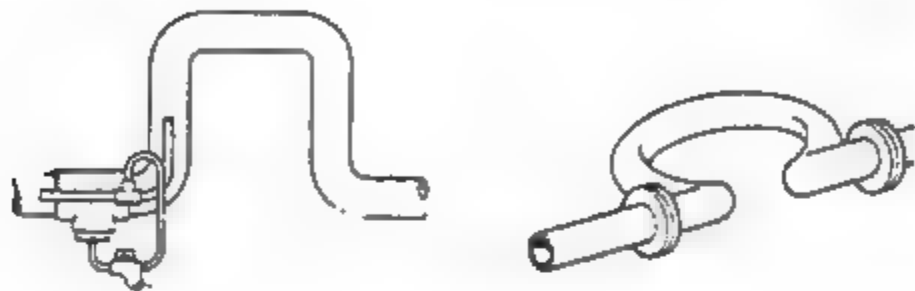
٨ = ٢ وصلات التمدد للمواسير :

تتعرض المواسير لمقدار كبير من التمدد والانكماش في أطوالها تبعاً لدرجة حرارة الوسط المار بداخلها، خصوصاً عندما تكون أطوالها كبيرة أو معرضة لدرجات حرارة شديدة الارتفاع أو الانخفاض، وقد يبلغ تمددها أو انكماشها عدة ملليمترات في أحوال التشغيل عن طولها في الحالة المعتادة. وعند تركيب حوامل للمواسير، فلا بد أن تكون قوتها مناسبة لتحمل وزن الماسورة بالكامل، كما ينبغي ألا تمثل الحوامل أى عائق لتمدد الماسورة أو انكماشها، وبحيث لا تتعارض مع أعمال الصيانة اللازمة أو الإصلاح.

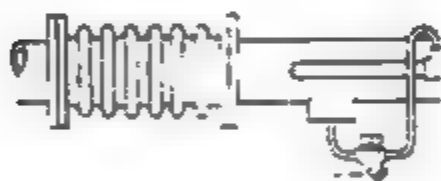
ولابد من احتساب التغير في أطوال المواسير بسبب التغير في درجات الحرارة سواء في المواسير ذاتها أو في أجزاء المكونات المتصلة بها، وكانت تستخدم وصلات التمدد المعتادة لتحقيق هذا الغرض، وتتكون في أبسط تصميماتها كالمبينة في شكل (٨ - ٢) من طول معين لماسورة

الاستخدامات	المواسير
- البخار المشبع، تغذية الغلاية، زيوت التزليق، زيوت الوقود تحت ضغط.	فولاذ طرى بدون مسرات
- البخار المحمص أكثر من ٤٦٠ م°	فولاذ بدون مسرات (١٪ كروم ، ٠,٥٪ موليبدنوم)
- التغذية المساعدة، زيوت تزليق أقل من ١٧٥ م° قطر، سحب زيوت الوقود، والتصريف منخفض الضغط. - مياه عذبة ومياه بحر منزلية ومداولة، جمة، صابورة (مجلفة).	فولاذ طرى بلحام المقاومة الكهربائية
- خطوط مياه بحر أو عذبة (مبطنة أو مجلفة)، عادم الديزل	فولاذ طرى ملحوم بالانصهار الكهربى
- بخار مشبع منخفض الضغط أقل من ٢٢٠ م°، التغذية المساعدة، زيوت التزليق، خطوط الهراء الصغيرة ضغط منخفض أو مرتفع.	نحاس احمر
- مياه بحر وعذبة مداولة، خطوط الحريق الرئيسية، الجمة والصابورة، المياه المتكثفة، ملفات التسخين مياه بحر وعذبة للمسكن... الخ.	نحاس أصفر (بالألومنيوم)
- مياه المداولة للبحر أو للعذبة، والجمة والصابورة.	سبائك حديد بالنحاس والنيكل

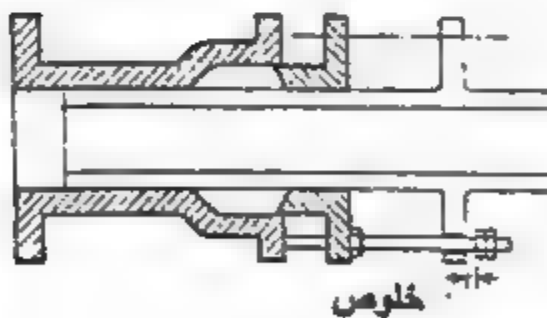
يحيط بها قميص بصندوق حشو وجلبة بحيث تستطيع الماسورة ان تتمدد حرة في داخله لحدود معينة كما استخدمت ايضا خيات التمدد على شكل مواسير مكوعة كالمبينة في شكل (٨ - ١) ، ويراعى أن النوع الأفقى لا يحتاج لترتيبات تصفية، بينما يوجد في الطراز الرأسى جيب تصفية زائد القطر مركب قبل بدء التكويع.



شكل ٨ - ١ وصلات تمدد بمواسير منحنية (مكوعة)



شكل ٨ - ٢ وصله تمدد مموجة



شكل ٨ - ٣ وصله تمدد منزقة

٨ = ٤ وصلات التمدد الموجة (المنفاخ) :

يشيع استخدام وصلات الفولاذ المقاوم للصدأ للموجة، إذ يمكنها امتصاص الذبابات أو الحركة في عدة مستويات، وتغنى عن الصيانة كما تقلل الإحتكاك والخسائر الحرارية.

وينبغي اعتبار أقصى وأدنى د. حرارة في التشغيل عند اختيار الوصلة، والتي يجرى تركيبها بحيث لا تتعرض لانضغاط أو امتداد زائد عن اللزوم، وبحيث يكون الطول عند التركيب مناسباً لدرجة الحرارة الواقعة، ويشيع استخدام الفولاذ المقاوم للصدأ حتى د. حرارة ٥٠٠°م، فإذا تجاوزت ذلك فلا بد من استعمال مادة أخرى للافادة لحوال التمدد الشديد.

وسوف نجد في كل وصلة واحدة أو عدداً من التعلوجات الخارجية، بينما يكون لها قميص داخلي أملس السطح لانسيابية التدفق، والعزل الحراري وللمنع التحات erosion، ويراعى تغطيتها من الخرج إذا تعرضت لتلف محتمل وتستخدم في التطبيقات البحرية المعتادة لقوائم الحركة المحورية في خط مستقيم فحسب، ولا بد أن تزود المواسير المتصلة معها بخطافات تثبيت دليلية لمنع عدم الاستقامة، وقد تستخدم معامل المواسير ذاتها في هذا الغرض.

وقعت انفجارات قاتلة بسبب تراكمات الزيت أو أبخرة الزيت في خطوط هواء لا يتم تصفيتها، كذلك وقعت تلفيات شديدة بسبب الطرق المائي عند مرور البخار في مواسير بها تصافي مياه، خصوصاً عندما يكون امتداد الماسورة منحدرًا لدرجة بسيطة عن الأفقى إتيسمح ذلك للمياه بتكوين سطح حر كبير، وهي نقطة في غاية الأهمية.

ويراعى أنه عند دخول البخار في الماسورة يحدث له تكثف على سطح الماء البارد، وينشأ تفريغ جزئي فتتحرك المياه في الماسورة بسرعة كبيرة (عظيمة)، فإذا توقفت عند انحناء أو صمام أو محبس مطلق فسوف تتولد قوى إيدرولية متناهية في الشدة ويتبعها شرخ في الماسورة، ويتضح

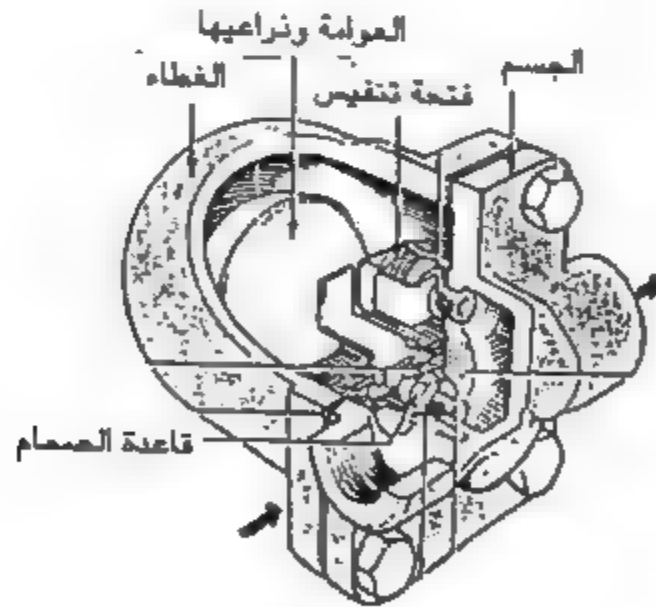
لنا أن لا فائدة تكتسب من فتح التصافي عند دخول البخار أو بعده، إذ لا بد أن تترك مواسير البخار للتصفية عندما لا تكون مستخدمة، وأن نفتح المحبس الرئيسي على الخط ولو بدرجة بسيطة عن مقعده عند الرغبة في استخدامه إلى أن يسخن الخط، وعندئذ فحسب يمكن فتح المحبس إلى آخره.

ومن المعتاد طلاء خطوط المواسير باللوان خاصة لكل سائل مخصص يمر بها، ولا بد أن يعتاد مهندس التشغيل التمييز بينها من الوان الطلاء.

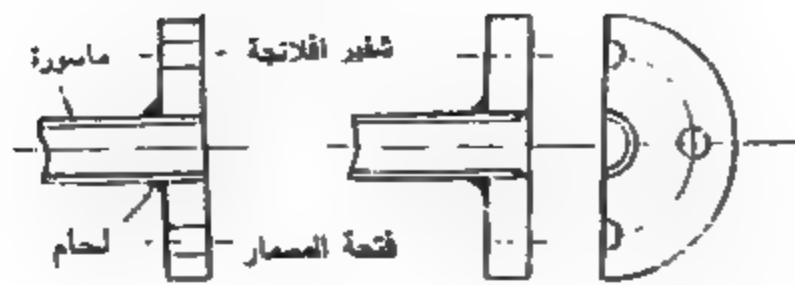
٨ = ٥ شفائر توصيل المواسير :

يتم توصيل أطوال المواسير المناسبة ببعضها أو بوصلات التمدد عن صريق شفائر (فلنجات) التوصيل، ويجرى تركيب الشفائر الفولاذ بالمواسير الفولاذ بواسطة اللحام أو القلاووظ أو الشحط بالتسخين، كذلك تستخدم شفائر البرونز ويجرى تركيبها باللحام على مواسير النحاس الأحمر أو الأصفر، وتستخدم وصلة اقتران (بقلاووظ) للمواسير صغيرة الأقطار ووصلة ماسورة بسن جاز لمواسير الغاز.

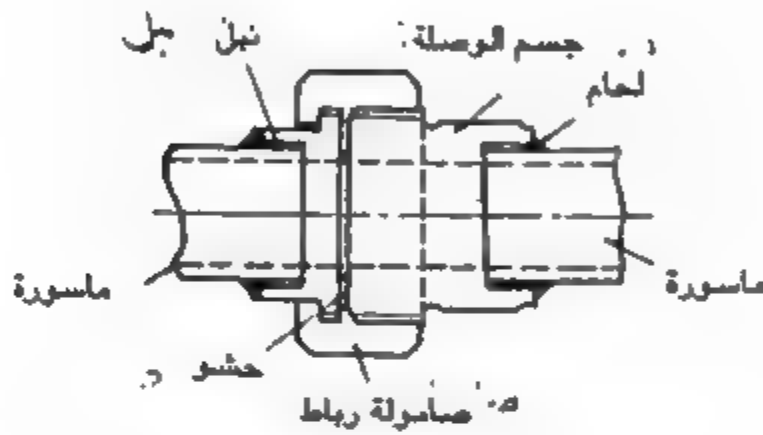
وتستخدم حشيات (باكنج) مناسبة بين شفائر وصلات المواسير يتم التقريط عليها بالرباط لإحكام التوصيل بين المواسير ومنع التسريب منها.



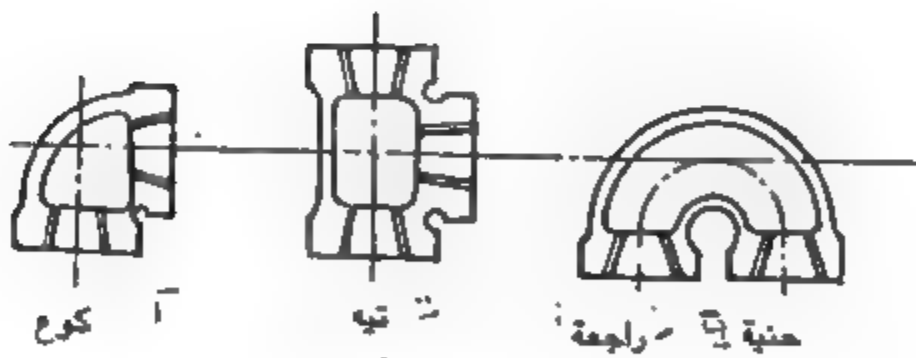
شكل ٨ - ٤ : مصيدة بخار



أ : وصلة بشفيير (بفلانجة)

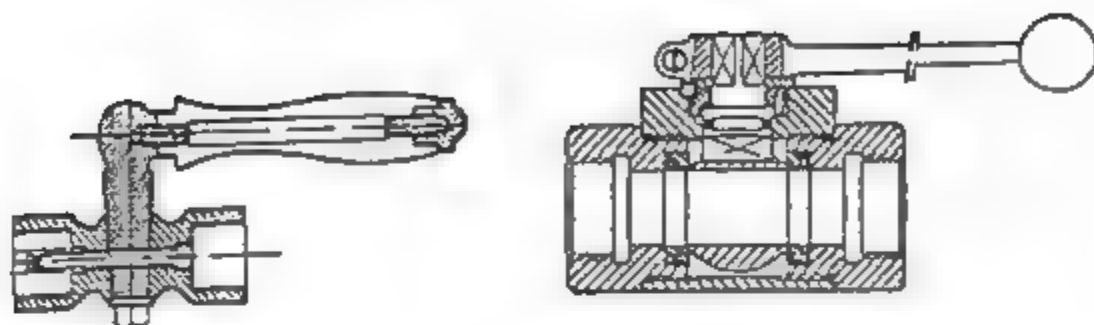


ب : وصلة بصامولة

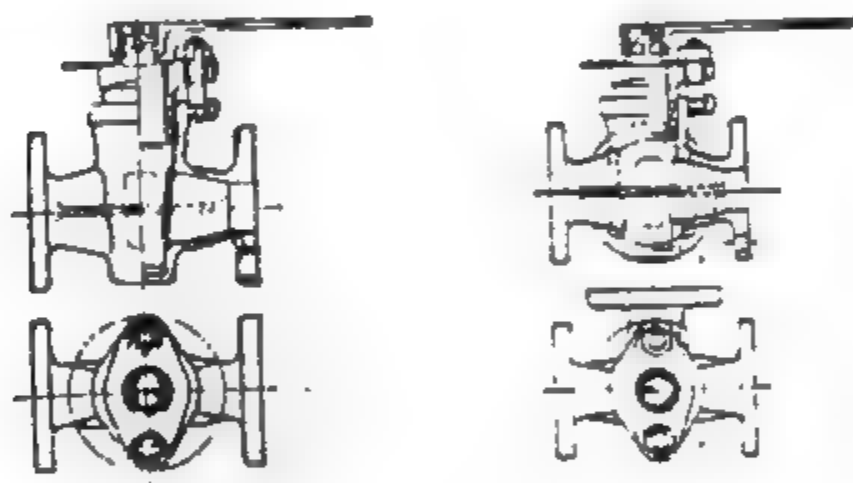


ج : وصلة مواسير الفاز

شكل ٨ - شفاير توصيل للمواسير



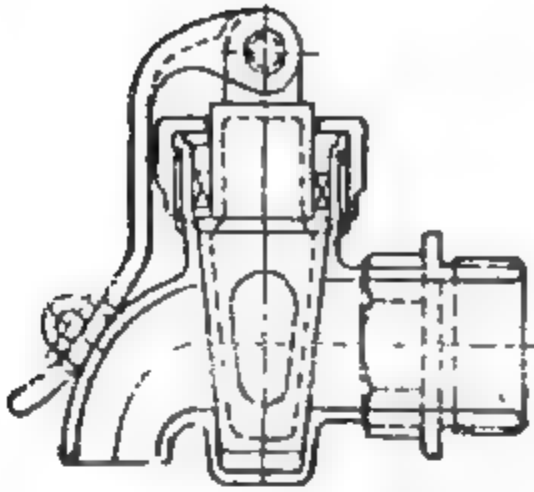
محبس كروي



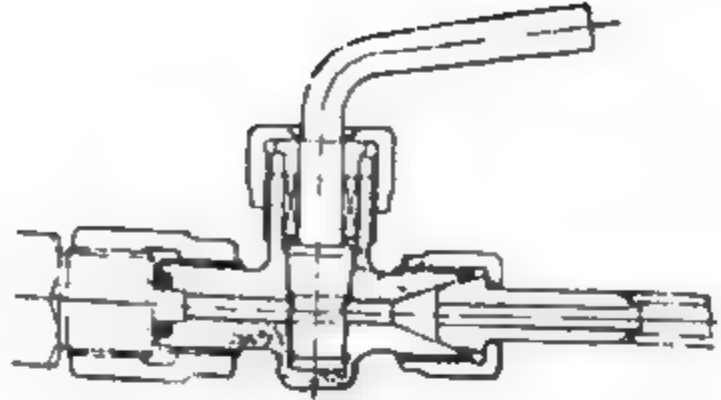
جزرة بوسلتين

جزرة بثلاث وصلات

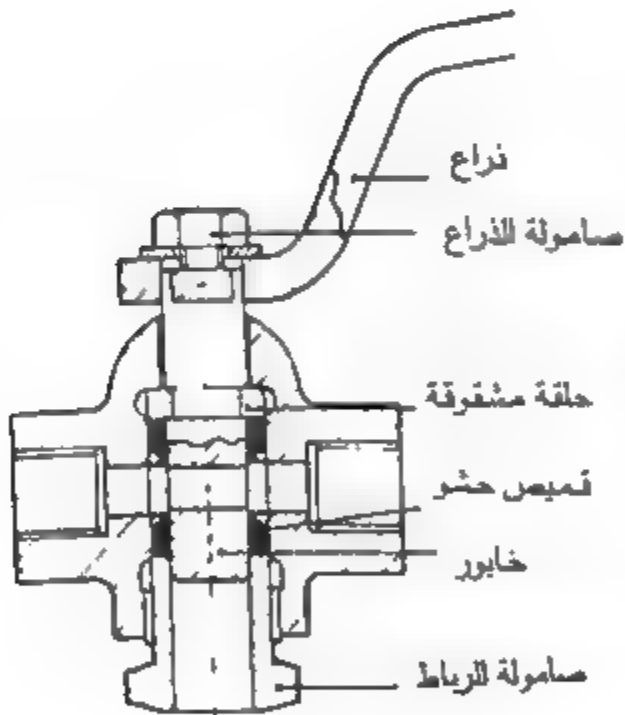
شكل ٨ - ٦ : طرازات مختلفة لجزرات التحويل



جزرة غلق بقل



جزرة لمقياس الضغط

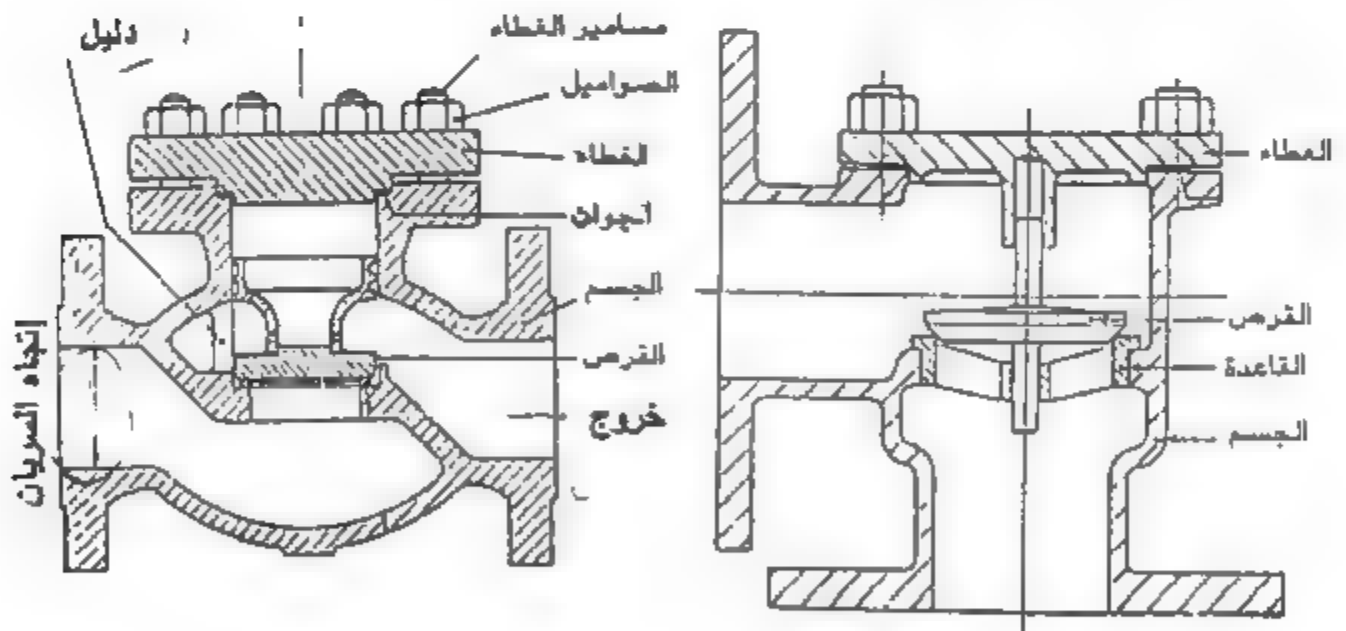


تابع شكل ٦ - ٨
طرازات مختلف لجزرات التحويل

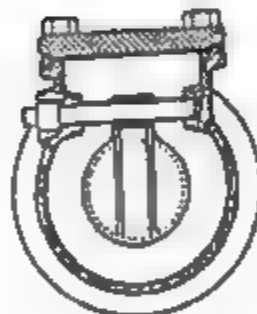
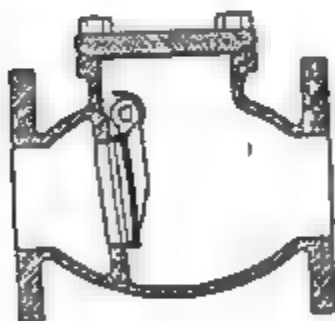
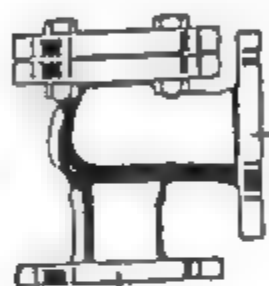
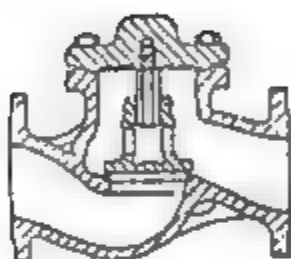
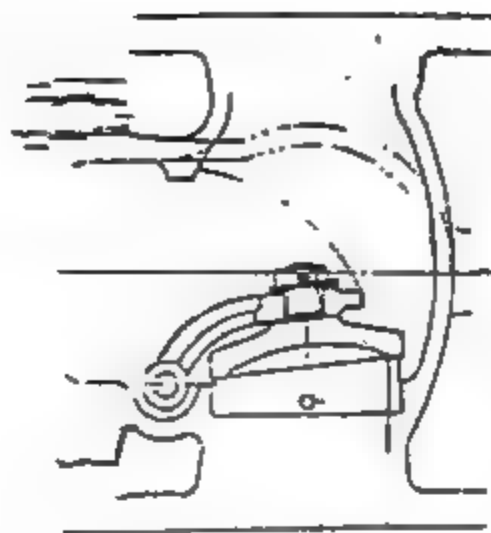
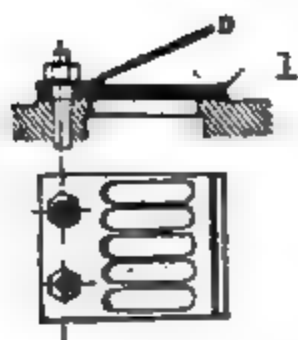
٨ - ٧ صمامات التوكيد أو الصمامات غير الرجاعة

يعتبر صمام التوكيد أساسا أنه صمام لا يسمح بمرور السائل الا فى اتجاه واحد أى أنه صمام لا رجعى، ويركب فى خط المواسير حيث نرغب فى تأكيد تدفق السائل فى اتجاه واحد فقط، ولا يسمح له بالتدفق فى الاتجاه المضاد، ويزود داخل الصمام بكباس ينتهى بقرص يعمل على غلق الصمام اذا تغير اتجاه السائل .

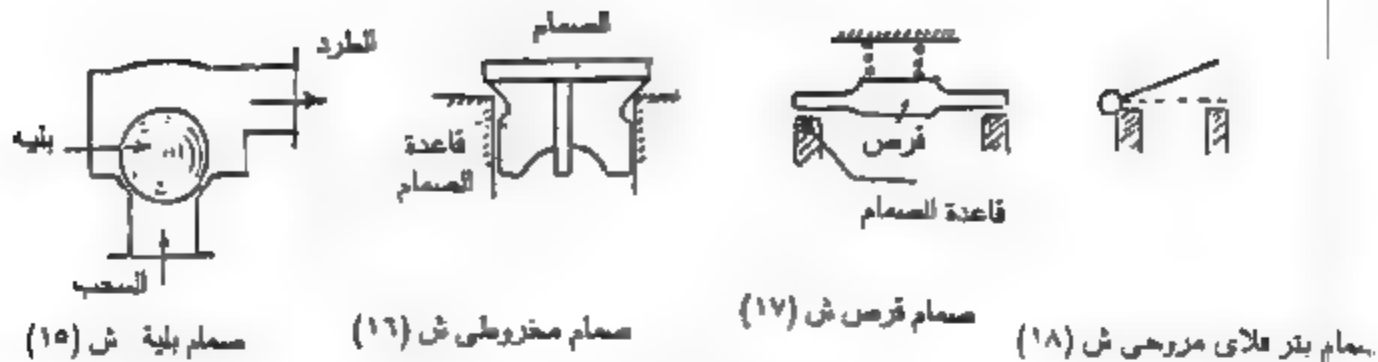
كما يشيع استخدام صمامات التوكيد من طراز قرص البوابة ويتكون من بوابة (قرص قلاب) يتمركز على ناحية من جانب الصمام ويفتح عند مرور السائل فى اتجاه رفع القلاب، ولكنه يغلق، اذا كان التدفق فى الاتجاه المضاد. ويشيع استخدامه خصوصا فى خطوط المزاريب (الميزاب)، ولا بد أن يراعى بشكل عام عند تركيب صمامات التتعيم أن يتطابق اتجاه السهم المطبوع على جسم الصمام مع مراعاة التدفق المرغوب للسائل .



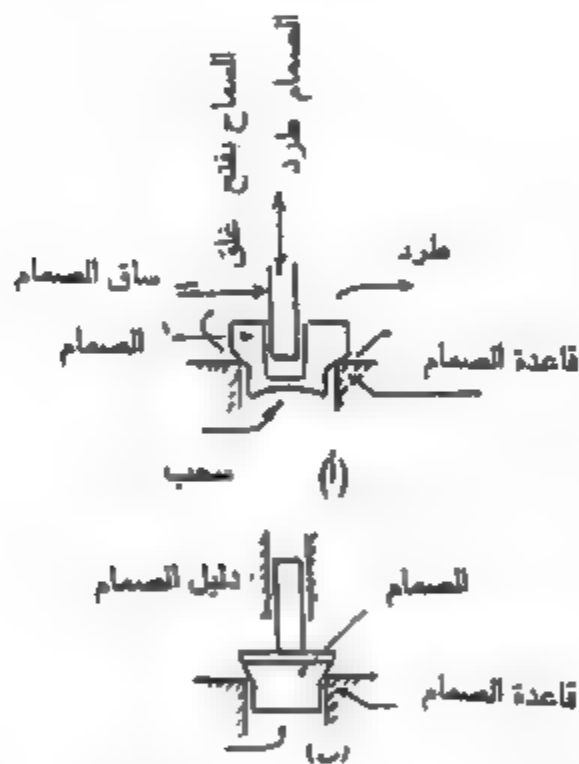
شكل ٨ - ٧ : صمام التوكيد (لا رجعى ، ثابت الاتجاه)



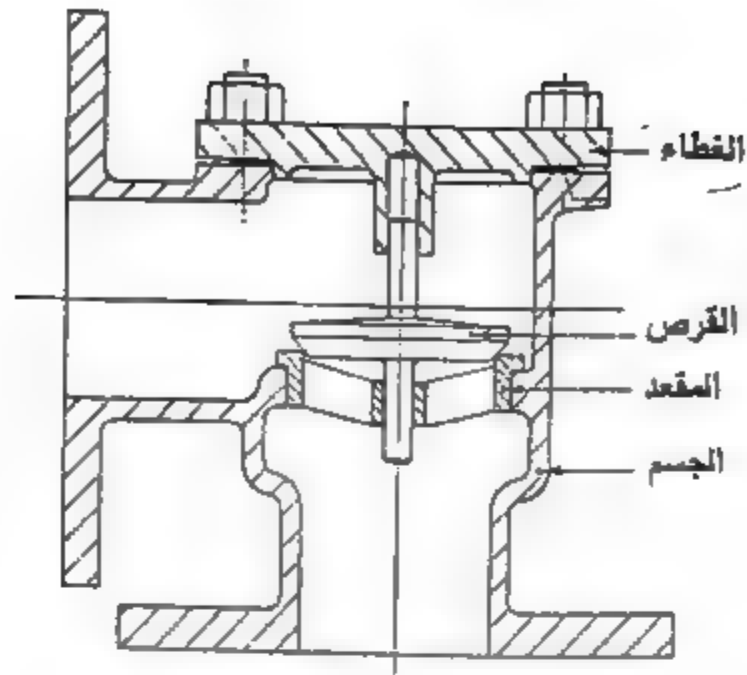
شكل ٨. أ : طرازات مختلفة من صمامات لارجعة



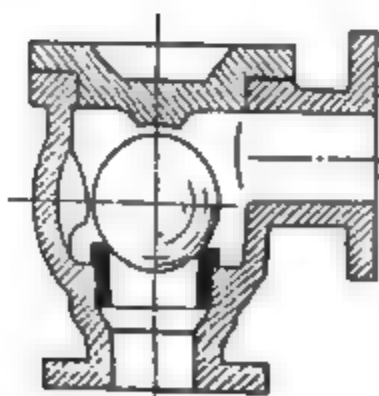
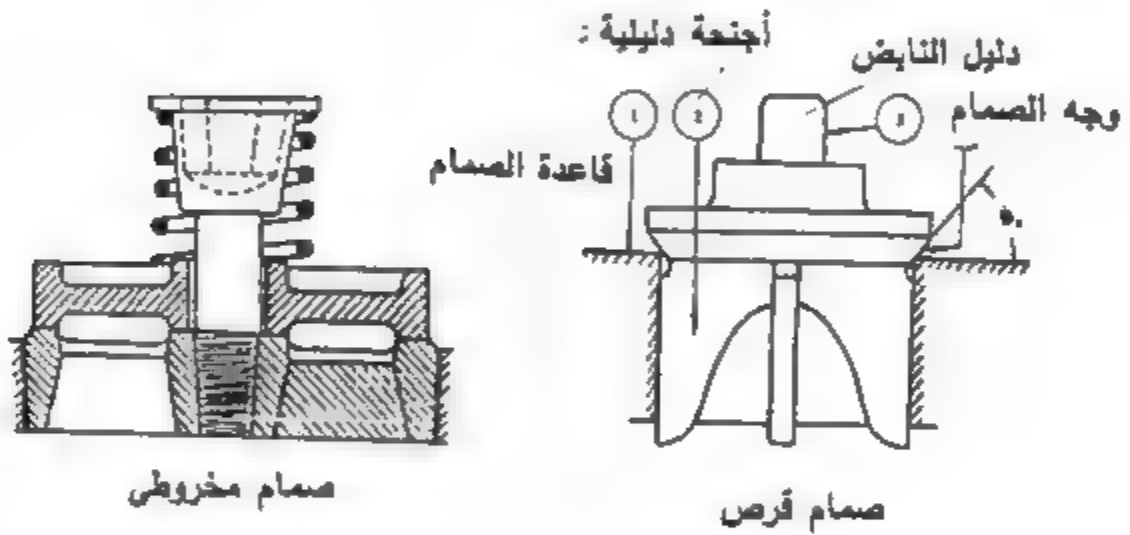
صمامات تركيب عامة على المضخات



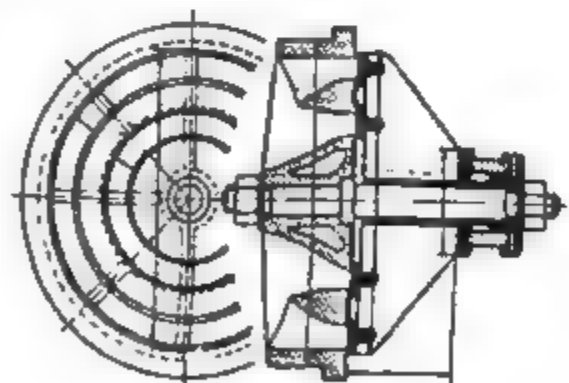
شكل ٨ - ٩ : صمامات لارجمية



صمام غير رجّاع (لارجعة ، لاعودة)



صمام كروي

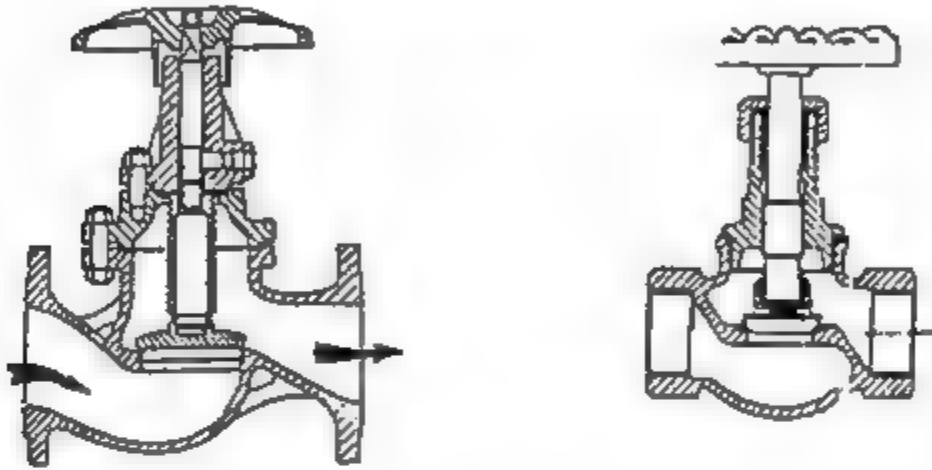


صمام حلقي

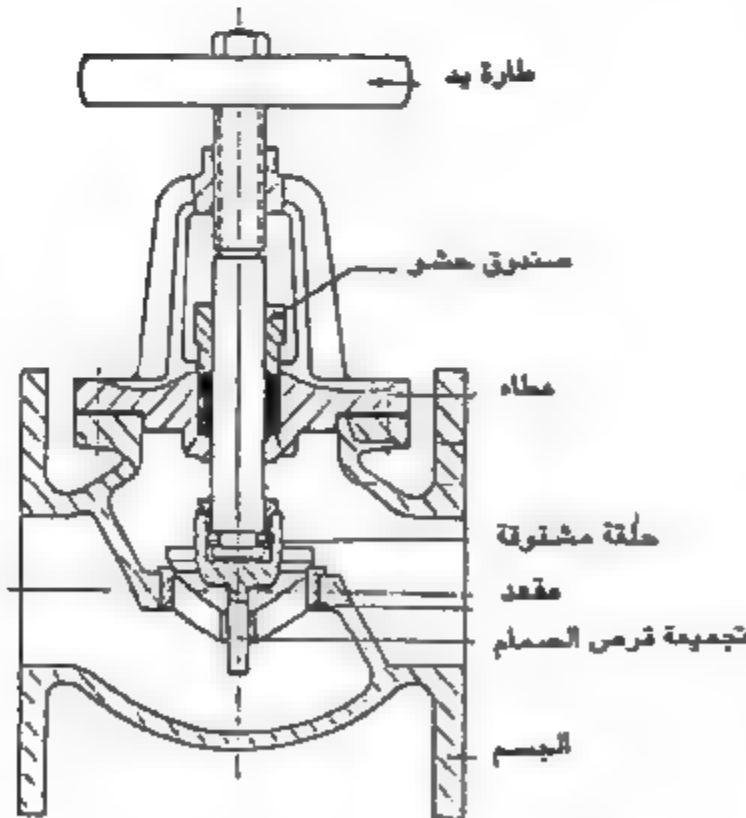
شكل ٨ - ٩ (ب) : صمامات لارجعية

٨ - ٨ محبس الطبق

يكون جسم محبس الطبق منتفخاً إلى حد ما (كرة) ويحتوى على مقعد الصمام وقرص الصمام (شكل ٨ - ١٠) ويزود بشفيرين (فلانجات) على الجانبين لفرض توصيله إلى خطوط المواسير المجاورة، وتقوم ممراته الدخلية بتوجيه تدفق السائل خلال مقعد (فتحة) المحبس، ويتم في العادة ترتيب التدفق بحيث يمر من تحت المقعد .



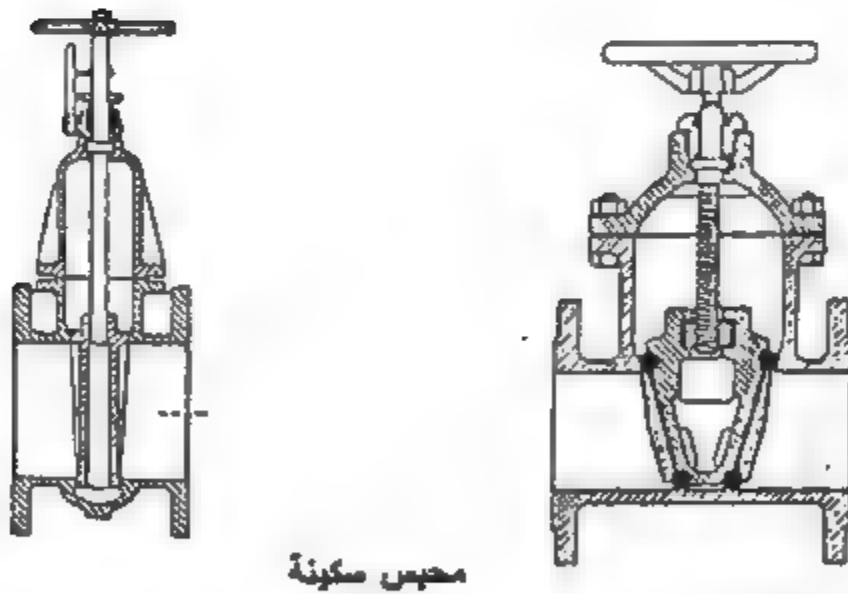
شكل ٨ - ١٠ : محبس الطبق



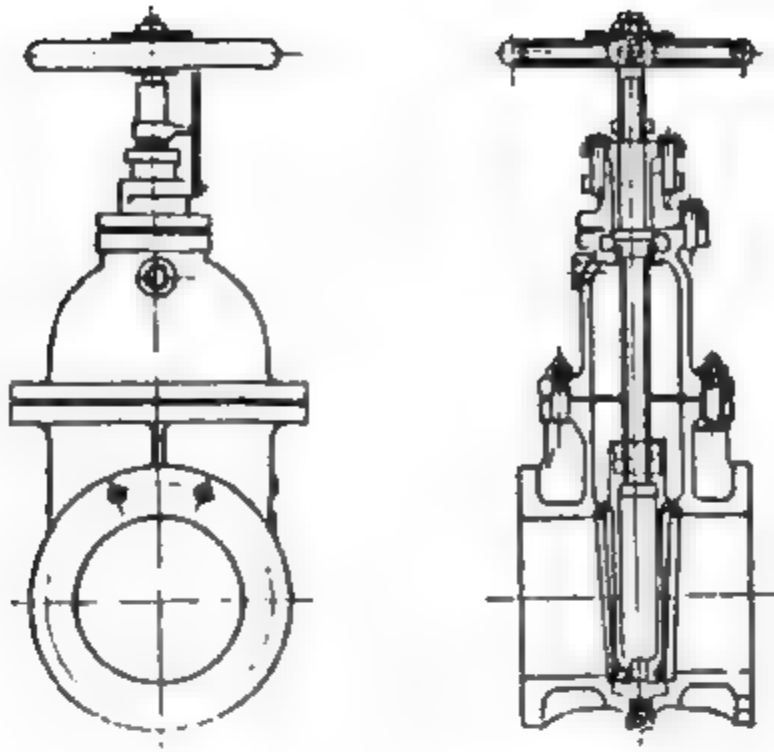
شكل ٨ - ١١ : محبس الطبق

فلا تحتوى الغرفة العلوية على أى ضغط عند غلق المحبس، ويجرى ترتيب رفع بريعى، كما هو موضح بالشكل (٨-١١)، يوصل بين ساق المحبس وقرص المحبس، ويحيط بساق المحبس صندوق حبك، يحتوى على الحشو المناسب حيث يبرز الساق من جسم المحبس، ويجرى عمل قلاووظ فى الجزء العلوى من الساق حيث يمر فى قنطره (كوبرى) مقلوطة، وتستخدم طارة يد لتدوير الساق ورفع قرص المحبس عند الرغبة فى فتحه أو تخفض القرص عن الرغبة فى غلقه، ويتطابق سطح قرص الصمام مع سطح قاعدته تماماً، وقد يكون السطحان بنسطين أو بميل مستدق، وغالباً ما يزود السطحان بطلاء شديد الصلابة من مادة ستيلايت، كذلك توجد أيضاً محابس كروية بزاوية، حيث نجد أن زاوية الدخول قائمة على زاوية الفروج (بينهما ٩٥°).

٨-٩ محبس السكينة



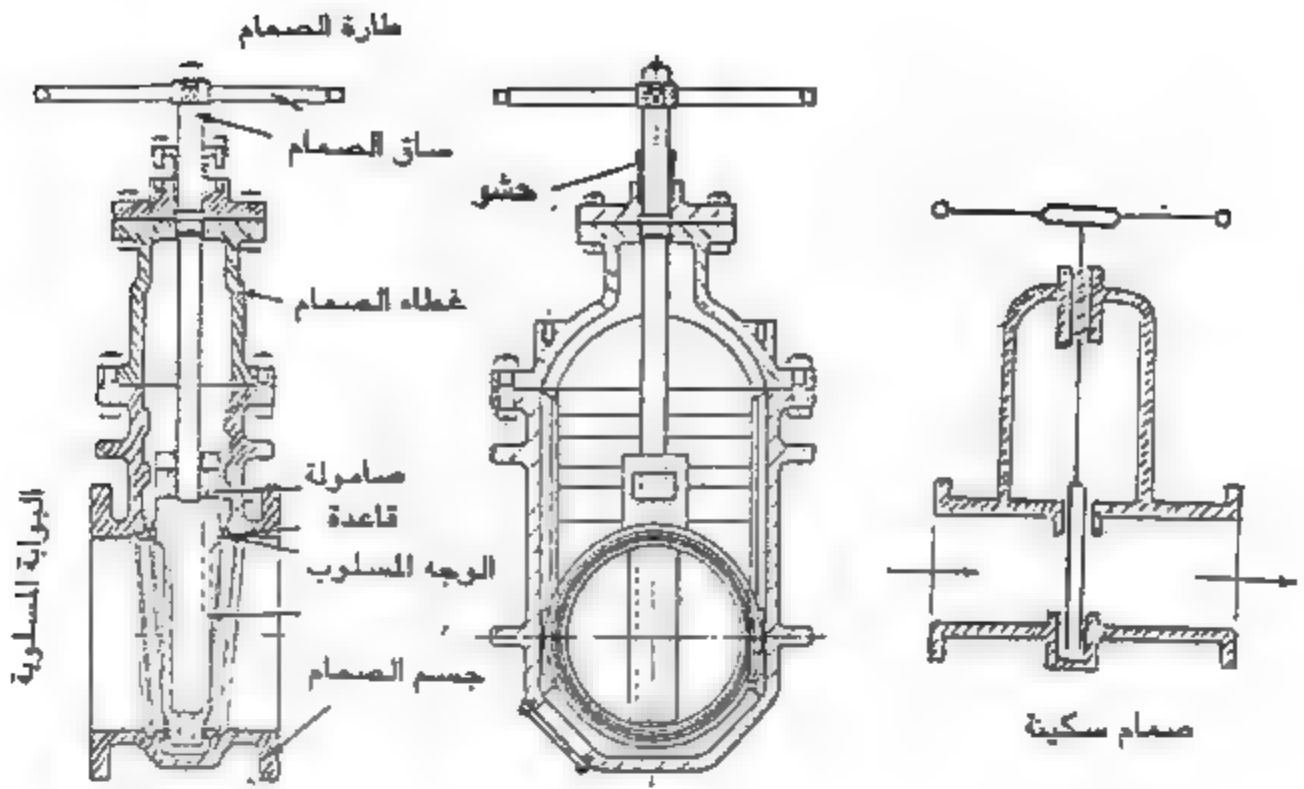
شكل ٨-١٢ أ: محبس سكينة



شكل ٨ - ١٢ (ب) : محبس سكبنة

يتميز محبس السكبنة بأنه لا يغير اتجاه التدفق مثلما هو الحال في المحبس الكروي. ويتكون المحبس كما هو مبين في شكل (١٢-٨) من جسم منقسم في داخله بجدار مزدوج به فتحة مركزية دائرية ومزود بمقاعد مستديرة أو متوازية عند السطح الداخلي ويجري بداخلها سكبنة منزلفة شكلها متناسب تماما للمجري المصقول، بحيث يتعامد على اتجاه التدفق، ولا يستخدم للتشغيل الجزئي في الفتح والغلق إذ يتسبب ذلك في زيادة بوى (تاكل) المحبس أو المقعد لذا لا يصح تشغيله الا في الوضع المغلق تماما أو للفتوح كلية وعند تجمع الصمام لابد أن ننصبه إلى أنه سيتقاعد في مجراه حتى النهاية عند الغلق .

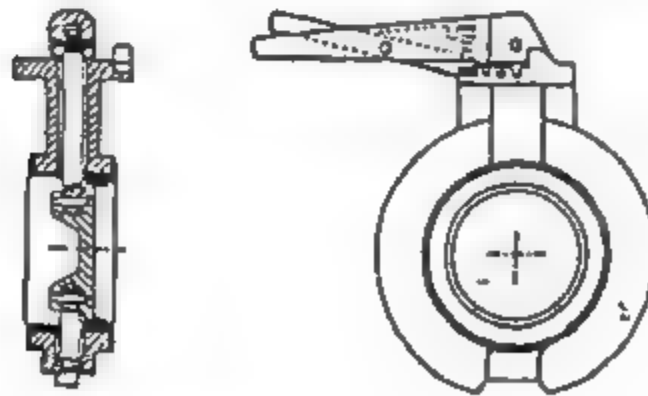
وهو بذلك لا يناسب التحكم في كمية التدفق، ويزودنا عند فتحه بممر داخلي كامل القطر ليس به عوائق (سالك)، إنا ترتفع السكبنة (أو البوابة) تماما لتخلي مرور السائل، ويجري قلوظة ساق الصمام عند



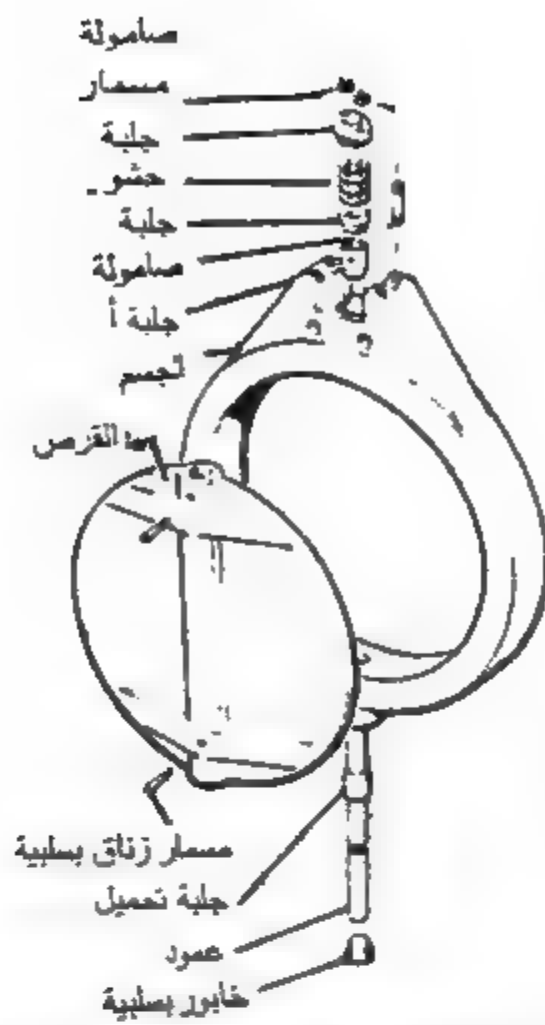
شكل ٨ - ١٣ : محبس السكينة (البوابة)

أسفله بحيث يتسبب في دوران الطارة (والساق) في رفع أو خفض السكينة، ويجوز أن تكون السكينة متوازية السطحين، أو تشكر مسلوكة (مستدقة) بحيث تناسب المجرى المخصص لهبوطها وصعودها، ويتم تصنيع المحابس الكبيرة بحيث يمكن استبدال حلقات المقعد، وحلقات سطح السكينة (أو البوابة)

٨ = ١٠ محبس الفراشة



شكل ٨ - ١٤ : محبس فراشة



تابع شكل ٨ - ١٤ : تفاصيل تركيب محبس الفراشة

يوضح شكل (٨ - ١٤) أحد طرازات محبس الفراشة. ويتكون أساساً من قرص (ريشة) يرتكز رأسياً خلال فتحة جسم المحبس والتي يكون لها نفس قطر المحبس والماسورة المركب عليها. ويتميز هذا الصمام بسرعة التشغيل إذا تكفى ربع لفة لتغيير الوضع من الفلق التام إلى الفتح بالكامل، ويعطى خصائص ممتازة للتدفق خلاله، خصوصاً إذا كان تصميم القرص (الريشة) انسابياً، ويقلل فقد الضغط خلاله إلى الحد الأدنى، وتتراوح أحجام الصمام ما بين ٦ سم إلى ١٠٠٠ سم في القطر. ويشيع استخدام هذا المحبس في خطوط مواسير ضخ البترول .

ودورات التحكم الألى والتحكم من بعد، وذلك لبساطة التحكم فيه وامتياز خواصه الهيدرولية .

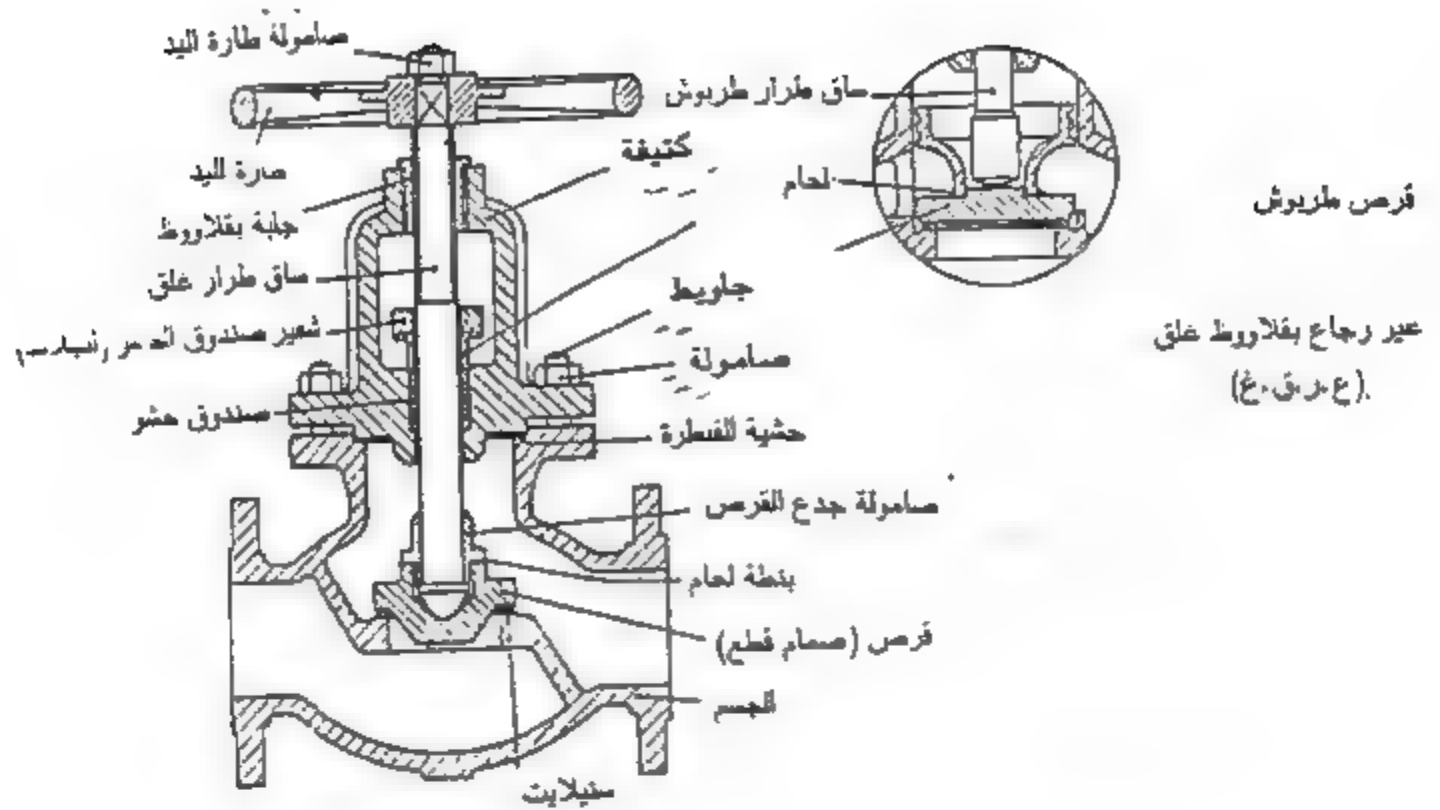
المحبس غير الرجاء بقلاوظ غلق

يبين شكل ٨ - ١٥ أحد أنواع محبس الطبق، ويتكون من جسم بصليبي بداخله مقعد الصمام وخابور وعمود قلاوظ لأسفل (هابط) بزاوية قائمة على محور ماسورة. ويمكن أن يكون القرص وقاعدته من مادة مقاومة للصدا والتآكل بحيث لا يحتاج لاستبداله، أو ربما تكون القاعدة ممكنة الاستبدال ومثبتة بقلاوظ في جسم المحبس. ويجوز أن تكون القاعدة ممكنة الاستبدال ومثبتة بقلاوظ في جسم المحبس. ويجوز أن تكون القاعدة منبسطة أو مائلة (مزوية) ويكون عمود الساق مقلووظا بسن أو سن مربع من فوق أو تحت صندوق الحشر ويتم منع التفويت (التسريب) خلال ساق المحبس بواسطة صندوق الحشو المزود بجلبة الحشو المناسبة. وغالبا ما يتم التدفق من أسفل قرص الصمام بحيث يكون ساق الصمام دائما في جانب الضغط الأقل.

فإذا كان قرص المحبس غير مرتبط بساق الغلق كما هي الحالة في الشكل (ب) فيسمى المحبس حينئذ من الطراز قلاوظ الهابط اللارجمي (ق.هـ.ل.ر)، ويتم استخدامه في خطوط سحب الجمة حتى لا يتسبب الإهمال في غلق المحبس إلى ارتداد ماء البحر خلال المحبس لجمة السفينة وغمرها بالماء.

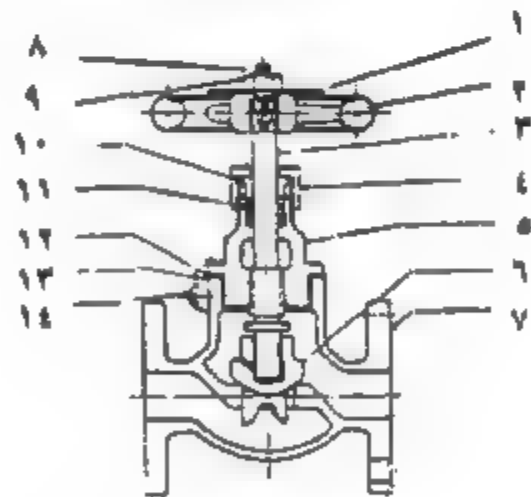
ويبين الشكل ب، الفرق في تركيب الأجزاء الداخلية لمحبس كروي، ومحبس من طراز غير رجاء بقلاوظ غلق.

ويراعى في الصمام أن وجهي القرص وقاعدة الصمام كلاهما من مادة ستيلايت، وغير قابلين للتلف في أغلب الأحوال، ومن الجائز أن يكون المقعد قابلاً للاستبدال، ويتم تركيبه في هذه الحالة بقلاوظ في جسم الصمام من الداخل، ويكون التقاعد بين العرض والمقعد أما منبسطة أو مستدقة في الغالب، ويجوز أن يكون سن قلاوظ ساق الصمام بزاوية (٧) أو مربعاً ويوجد أسفل أو أعلى صندوق الحشو، وفي الحالة الأخيرة يتم خلع الساق مع القنطرة عند إجراء الصيانة.

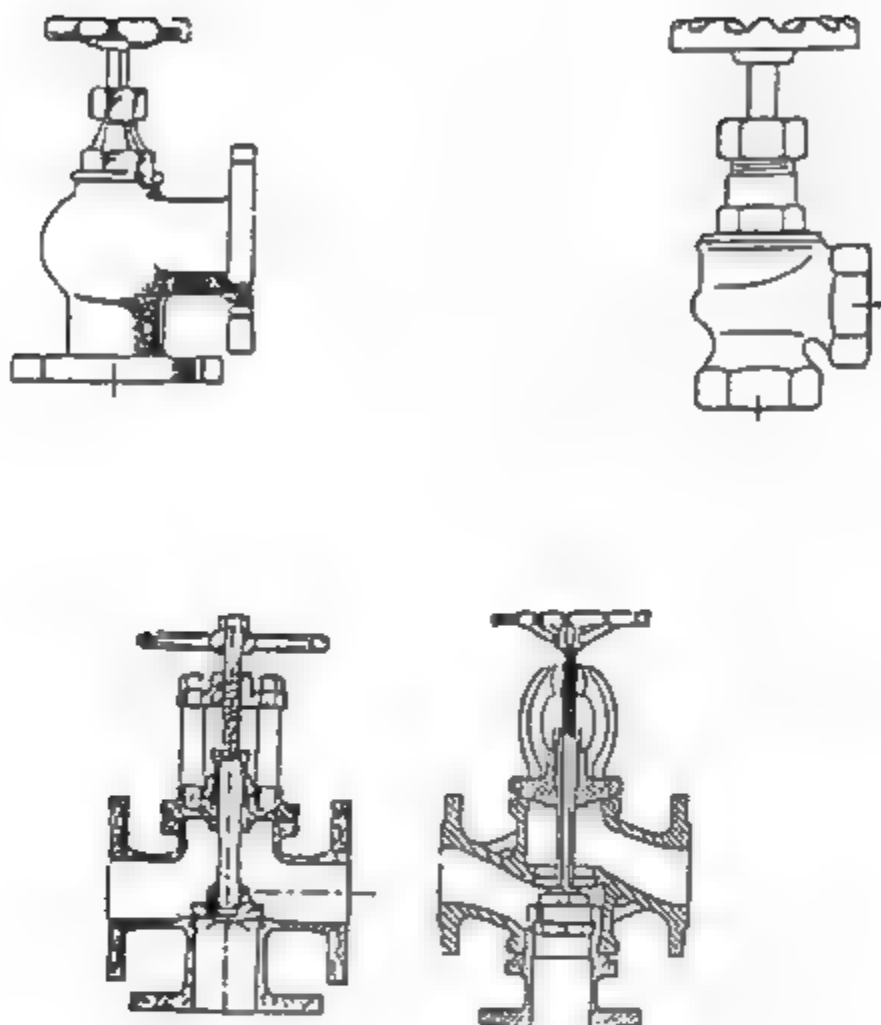


شكل ٨ - ١٥ : قطاع في محبس كروي بداخله تفاصيل تنظيم المحبس (الصمام)
عندما يكون من طراز غير رجاع بقلووظ غلق بدوي

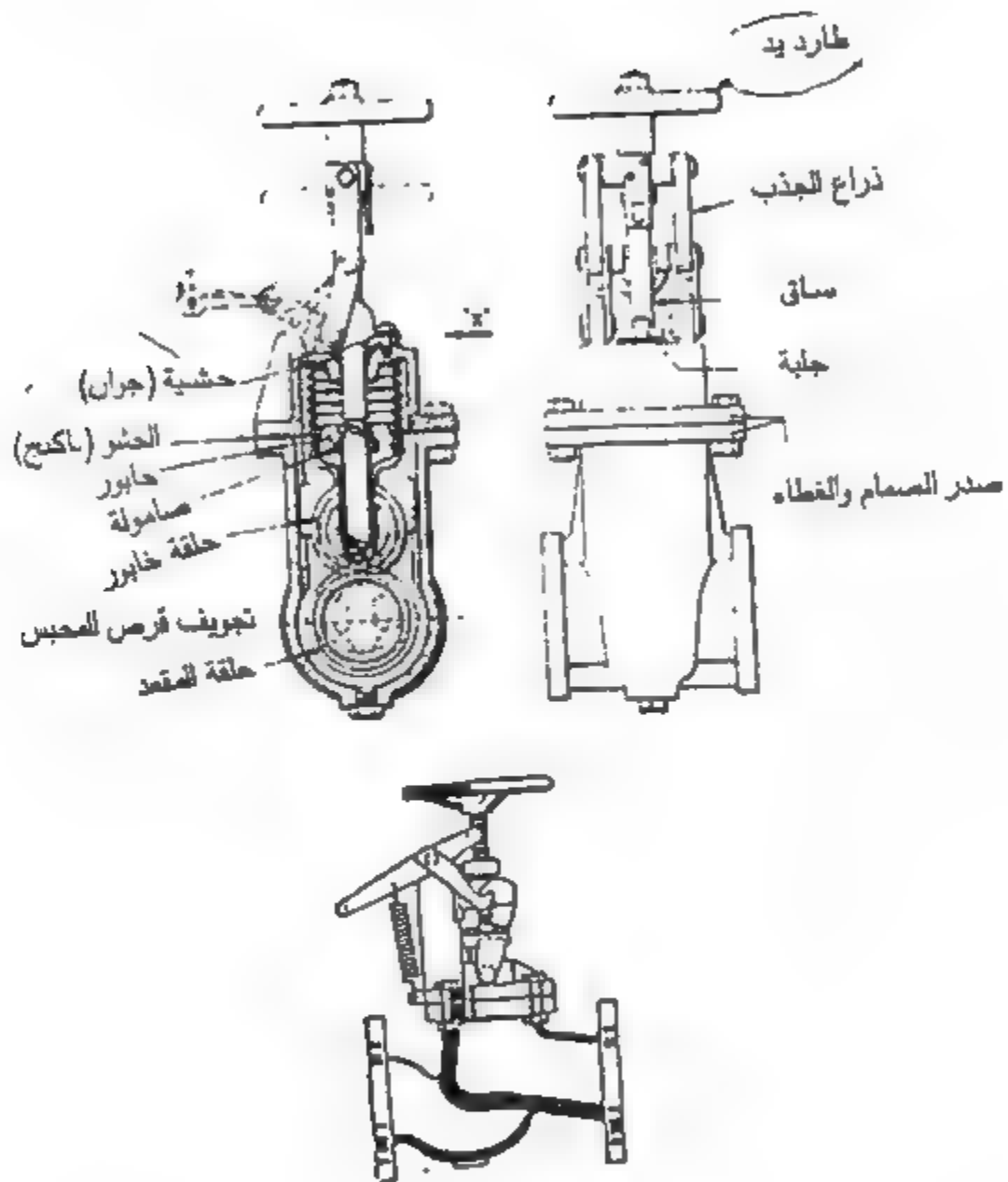
- ١- يلفطة نحاس
- ٢- طارة تشغيل
- ٣- ساق الصمام
- ٤- صامولة غطاء
- ٥- سداسي بقلووظ (المتنطرة)
- ٦- طبق (قرص) كروي
- ٧- وصلة الطرد
- ٨- قلاووظ
- ٩- صامولة تثبيت الطارة
- ١٠- فلفة نحاس
- ١١- صندوق حشو
- ١٢- كتف
- ١٣- حشية (حشو)
- ١٤- قلاووظ



شكل ٨ - ١٥ ب: محبس غير رجاع بقلووظ غلق طراز السداسي



شكل ٨ - ١٩ : محابس الزاوية

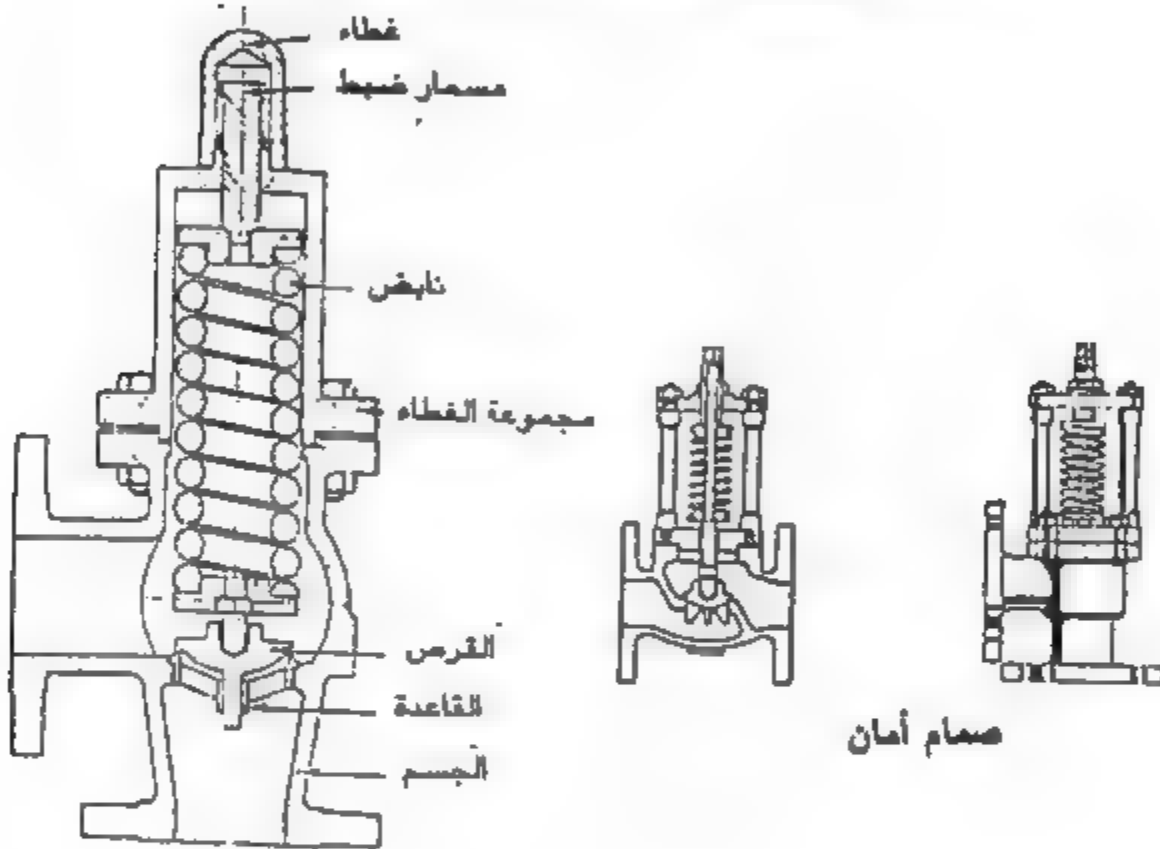


شكل ٨ - ١٧ : محبس الغلق السريع (النحلي)

٨ - ١٢ محبس الغلق السريع

تزود أغلب خطوط التصريف من صهاريج زيت الوقود بمحابس الوقود من طراز الغلق السريع (اللقطى). ويبين شكل (٨ - ١٧) أحد تلك الأنواع بحيث يمكن غلق المحبس من بعد وبسرعة فى أحوال الطوارئ مثل نشوب حريق أو الرغبة فى الإيقاف السريع لانتفجار أحد المواسير .. الخ.

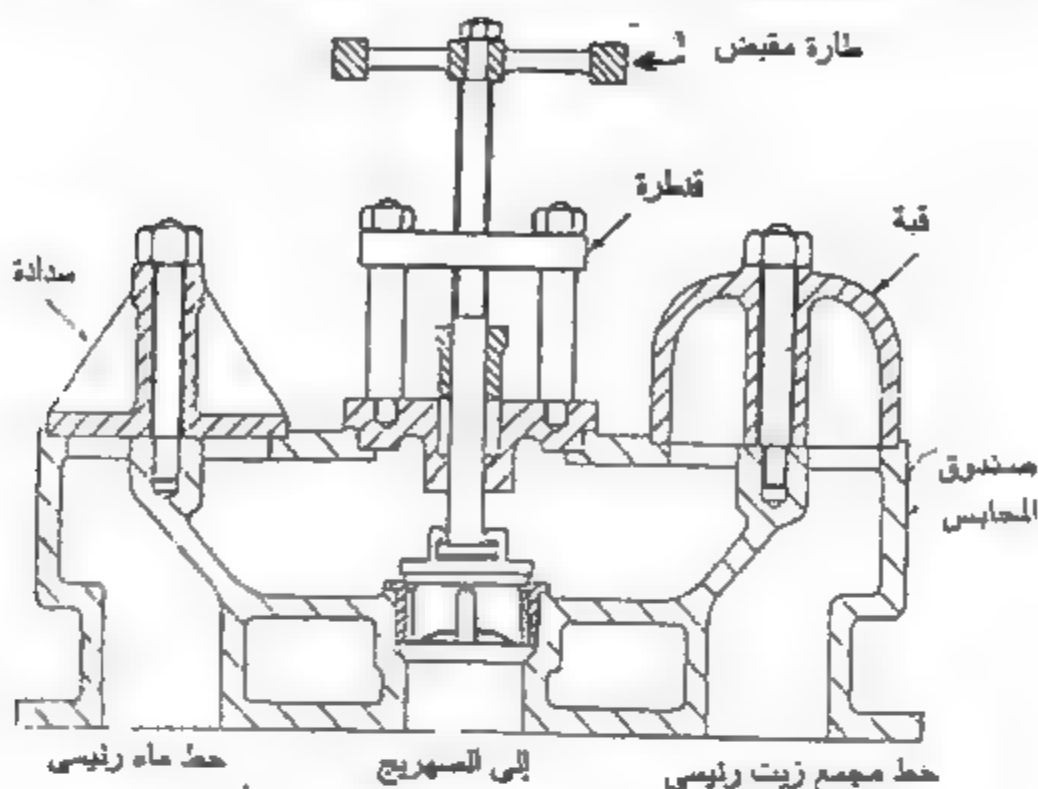
٨ - ١٤ صمامات تهوية الضغط (صمامات الأمان)



شكل ٨ - ١٨ : صمامات تهوية الضغط

يمكن تخفيض الضغط الزائد الناشئ فى خط المواسير عن طريق صمام تهوية الضغط كالمبين فى شكل (٨ - ١٨)، ويتكون من قرص يحكم فى وضع مغلق بتأثير نابض (ياى) محمل على ساق القرص، ويمكن موازنة ضغط النابض بحيث ينفث قرص الصمام عن قاعدته عند الضغط

المرغوب. ولا بد أن يتم اختيار الصمام بالحجم المناسب ولدى التشغيل المرغوب أن يراعى أن مدى معايرة ضغط التشغيل صغير (محدد) نسبياً.

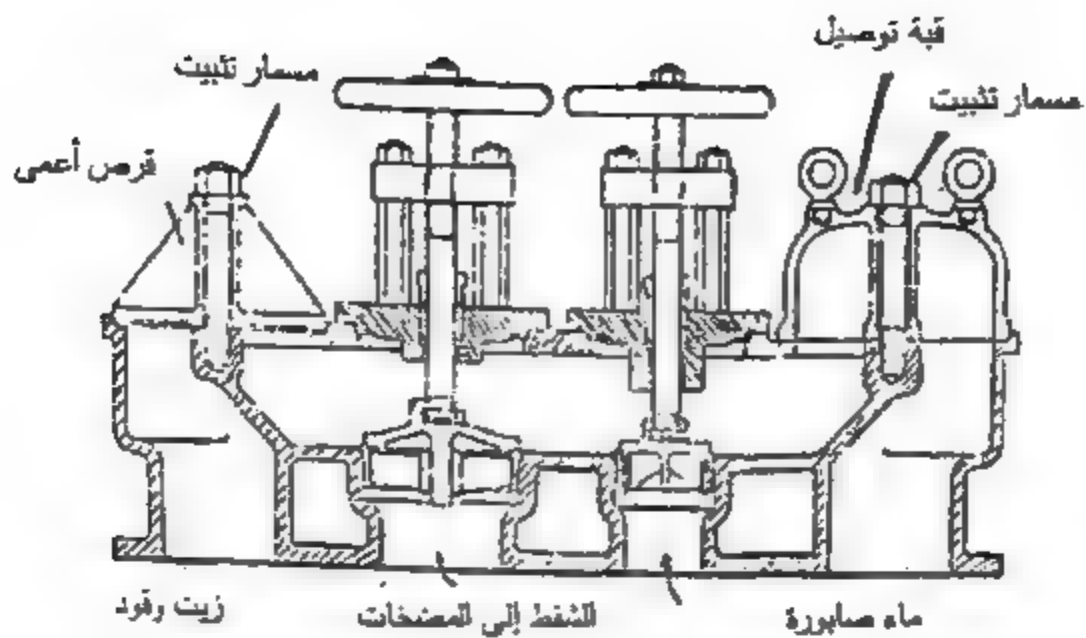


شكل ٨ - ١٩ : صندوق محابس

٨ - ١٥ : صناديق المحابس :

تستخدم المضخات في كثير من الاحوال للتشغيل على أكثر من خط من خطوط شبكة المواسير، ويتضح عندئذ أن مواسير الشفط والتصريف تكون ممتدة إلى أكثر من مهيّج أو خزان، لذلك تستخدم صناديق المحابس لتزودنا بوسيلة عملية للاستخدام المتعدد مع مراعاة عدم الخلط ولتجنب أخطاء التشغيل.

ويبين شكل (٨ - ١٩) أحد صناديق المحابس المستخدمة للشفط من زيت الوقود أو ماء الصابورة حيث يتم تركيب قبة توصيل على جانب الشفط المطلوب (الجانب الايمن لماء الصابورة) بينما يركب قرص أعمى على الجانب الآخر (الجانب الأيسر لزيت الوقود) وبذلك فلن يتم الشفط



شكل ٨ - ٢٠ : صندوق محابس بأربع صمامات للتغيير

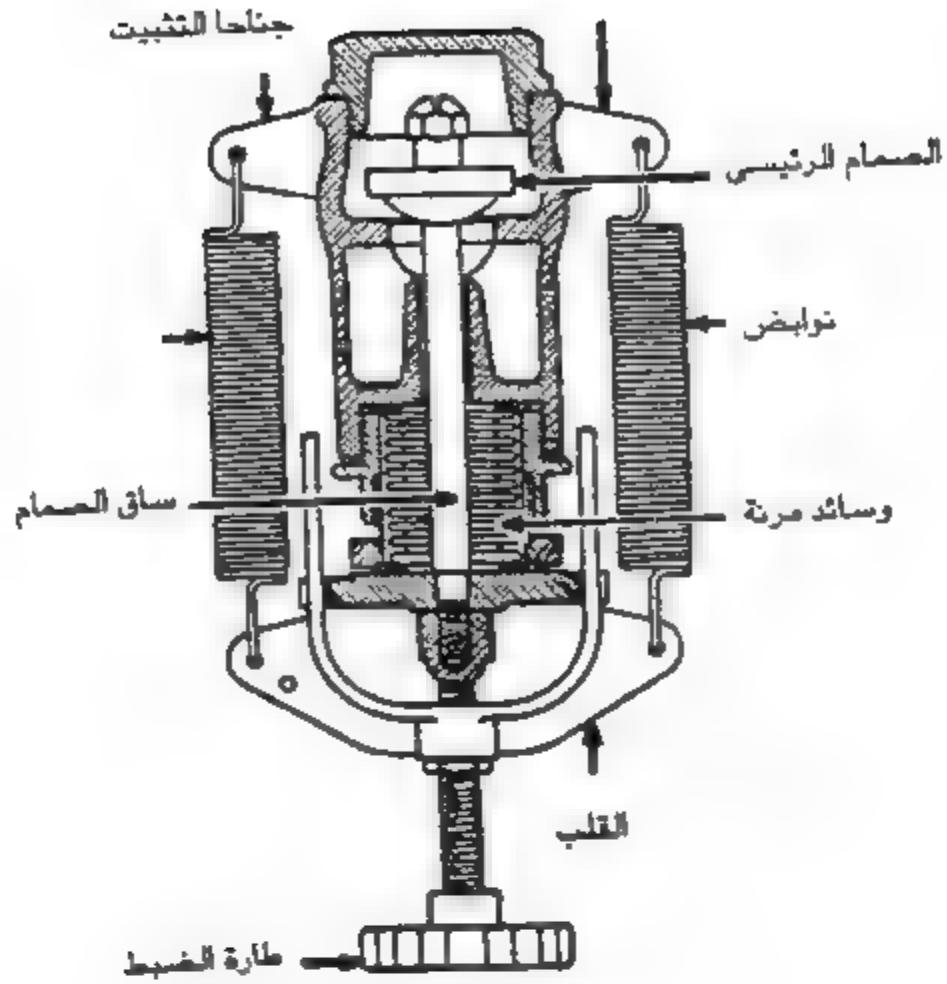
والوضع المبين لتداول ماء الصابورة

إلا من الناحية اليمنى فقط، وعند الرغبة في تغيير الشفط فما علينا إلا استبدال موضع القبة محل القرص والعكس بالعكس.

٨ - ١٦ : صمامات تخفيض الضغط

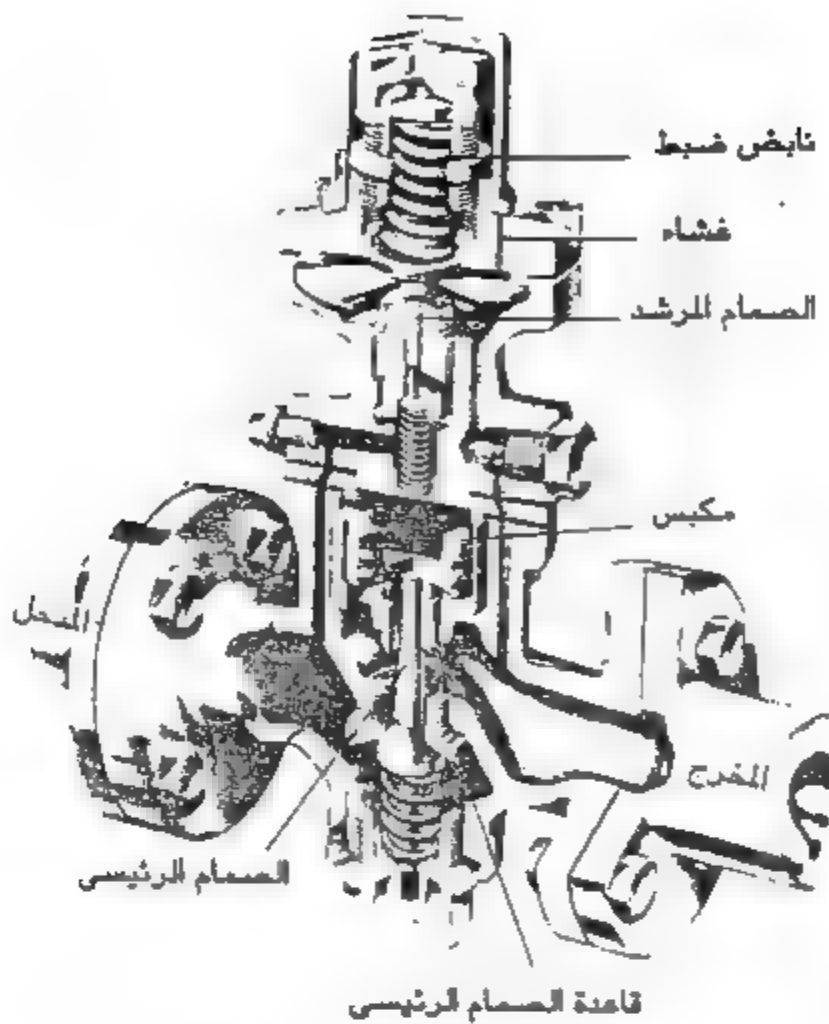
قد يكون من الضروري في بعض الأحيان توريد المائع في خطوط المواسير بضغط أقل من ضغط المورد الأساسي، خصوصاً في خطوط الهواء المضغوط، وحتى يمكننا الاحتفاظ بالضغط المطلوب خلال مدى محدد، فلابد من تركيب صمام تخفيض الضغط.

ويقوم الصمام بالفتح والغلق في أبسط صورة بواسطة ياي (نابض) سابق الشد، يتم توازنه، عن طريق الضغط المنساب خلاله والمؤثر على رق (أو منفاخ)، ويزود الياي (النابض) بمسمار قلاووظ معايرة يمكن بواسطته ضبط الشد في الياي طبقاً للمرغوب.



شكل ٨ - ٢١ : صمام تخفيض الضغط

ويوضح شكل ٨ - ٢١ صمام التخفيض وفيه يؤثر الضغط الداخل في اتجاه رأسى لأعلى على الصمام الرئيسى (١) ولأسفل على رق التحكم المرن (٢) والنزى يشكل مناظرا لكباس مساحته مساوية لمساحة الصمام الرئيسى، وعلى ذلك يكون هذان الجزآن في حالة توازن بحيث لا تؤثر التغييرات في ضغط الغاز الداخل (المنساب) على الضغط المخفض، ويؤثر الضغط على جانب الخروج في اتجاه سفلى على الصمام (١)، وسوف يرتفع إلى أن يتوازن بالضغط بالشد الناشئ في الياى (النابض) (٣)، ومن الهام في هذا الطراز من الصمامات أن يتم تركيبه رأسيا، وينبغي دائما التميميم على القرن ٥٠ حتى نتأكد من سلامة حركته في الدليل.

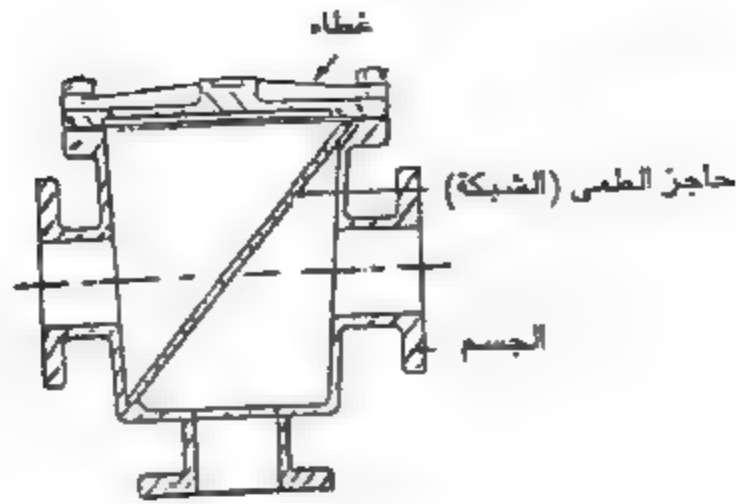


شكل ٨ - ٢٢ : صمام تخفيض الضغط بصمام إرشاد

ويوضح الشكل ٨ - ٢١ نوعاً متطوراً من صمامات تخفيض الضغط، وهو يتضمن صمام إرشاد يعمل على التحكم في اللوائح فوق كباس تشغيل الصمام استجابة للضغط المنساب (الداخل)، ويمكن أن يتواجد هذا الصمام بحيث يتم توصيل صمام الإرشاد إلى نقطة إحساس في موضع بعيد عن الصمام، ونجد أن بعض هذه الصمامات مزودة بوسيلة تمنحها خصائص الفلق المحكم عند ظروف توقف الإنسياب .

٨ - ١٧ صناديق الطمي

يتم تركيب صناديق الطمي في خطوط السحب من فراغ المكنتات (أو العنابر)، ويتكون من جسم صندوقي الشكل له ماسورة نيل مباشرة



شكل ٨ - ٢٣ : صناديق الطمي

إلى الجمة، وبداخله لوح فولاذ مخروطي بالعديد من الثقوب يعترض مسار المياه المتدفقة إلى خط سحب مضخة الجمة.

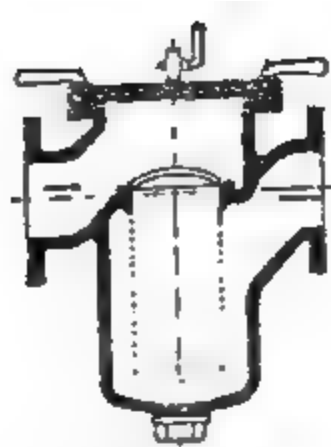
ويغطي الصندوق بغطاء محكوم على شفاط صندوق الطمي، ويمكن خلعها بسهولة للوصول إلى لوح الفولاذ المخروط حتى يمكن تنظيفه، دون خلع أى مواسير متصلة بالصندوق، وتكون أقطار الخروم عادة ١٠ مم، ولا تقل مجموع مساحاتها عن ضعف مساحة خط السحب .

٨ = ١٨ المصافي والمرشحات :

تستخدم المصافي والمرشحات لمنع مرور الشوائب والمواد الصلبة غير المرغوب مرورها فى الدورة، وتتكون أبسط أنواعها من صندوق بغطاء قابل للفتح، ويوجد بهذا الصندوق لوح منبسط به خروم (ثقوب) بحيث يتحتم على السائل أن يمر خلال الثقوب، وتتراوح أحجام الثقوب ما بين ٢ إلى ١٢ مم تقريبا. ويراعى فى هذا النوع من المصافي أن غطاءاتها تكون غالبا بمفصلات وتعرض لسوء التقاعد، لذلك ينبغى التتعميم على وضع الحشية وتغييرها اذا تلفت. وتستخدم تلك المصافي على نطاق واسع خطوط الشفط، وسوف يتسبب أى تقويت (تسرب) منها فى الاساءة إلى تشغيل المضخة والهبوط بجودتها، خصوصا فى الطرازات المركزية .



ب - طراز السلة السفلى



أ - طراز السلة العليا

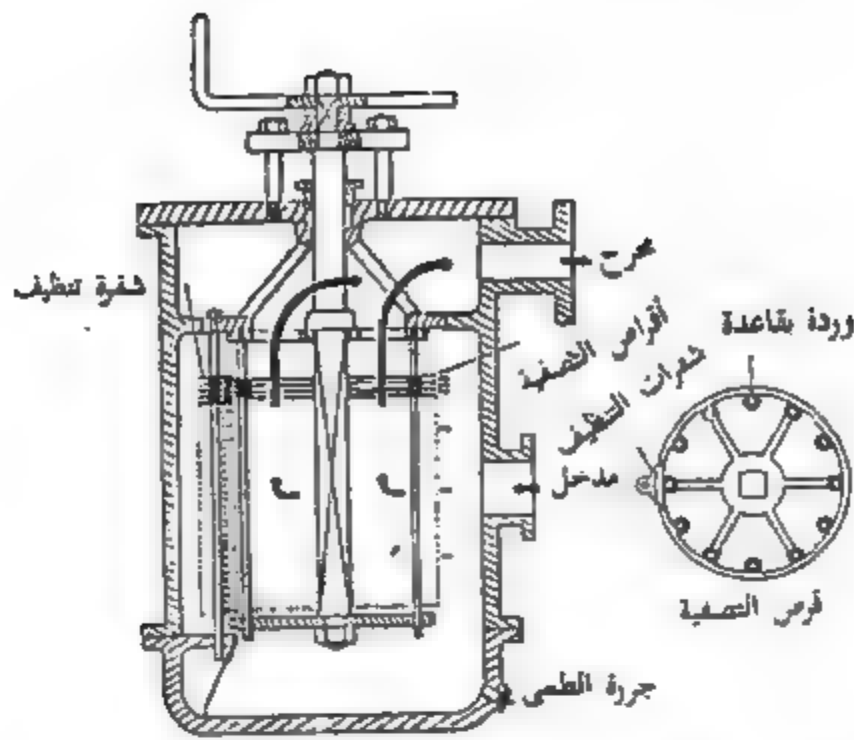
شكل ٨ - ٢٤ : مصافى طراز السلة العليا تناسب الضغط المرتفع - ر

والسفلى تناسب الضغط المنخفض للماء أو الزيت أو البخار

وتستخدم المصافى طراز السلة كالمبينة فى شكل (٨ - ٢٤) للكثير من الشبكات. وتتكون من وعاء اسطوانى مغلق فيه سلة معدنية أو من السلك المجدول. ويمر التدفق فى المصفاة (السلة) من أعلى لأسفل. وتتكون الوحدة فى العادة من ازدواج لمصفايتين أو أكثر يمكن التحويل من واحدة للأخرى عن طريق محبس أو جزرة تحويل بحيث نستطيع استخدام المصفايتين أو احدهما أثناء تنظيف الآخر.

المرشحات ذاتية التنظيف :

تعتبر المرشحات ذاتية التنظيف من أعم الانواع الشائعة، ويهين شكل (٨ - ٢٤) احد طرازاتها، ويتكون من مجموعة اقراص متراصة فوق بعضها على عمود المنتصف، ويحشر فيما بينها شفرات تنظيف تتراص ايضا على عمود الحافة. ويتم حجز المواد الصلبة على حافات الاقراص، وفيما بينها، وعند ادارة عمود الاقراص (المنتصف) فسوف تقوم الشفرات بكشط حافات الاقراص وما يترسب عليها من مواد صلبة تسقط فى حوض سفلى يمكن تصفيته دوريا عند غلق محبس المرشح وقطع مرور السائل عنه، ويجب تشغيل هذه المرشحات وتدوير عمود الاقراص دوريا ويان نظام لكشط الشوائب من بين الاقراص اذ لو انسدت فقد يصبح من الصعب جدا ادارة العمود وتسليكها الا لو تم تفكيك المجموعة بأكملها، وغالباً ما تتكون وحدة المرشحات الذاتية التنظيف من ازدواج بحيث يمكن استخدام احدهما أثناء تنظيف الآخر.



شكل ٨ - ٢٥ : مرشح ذاتي التنظيف

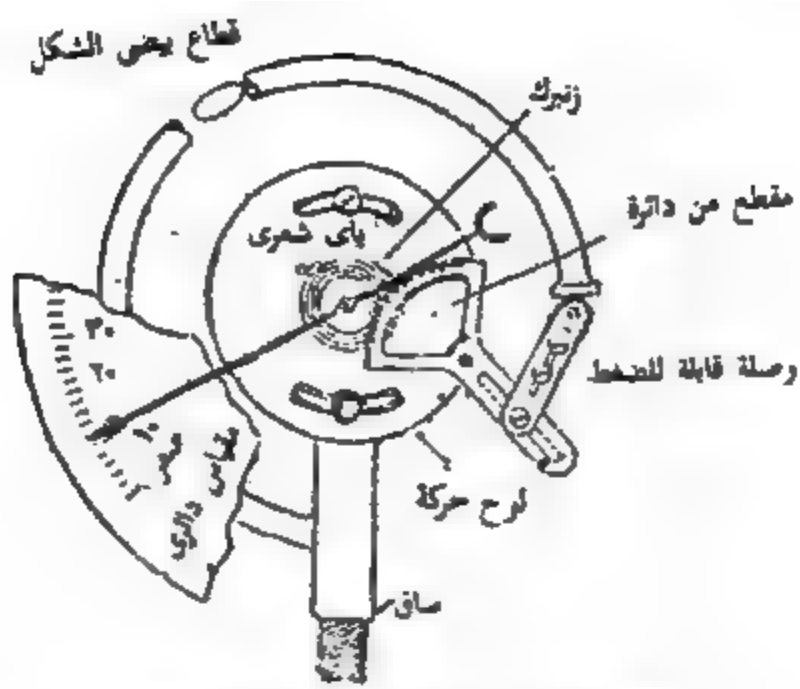
٨ - ١٩ أجهزة قياس الضغط :

يعرف الضغط بأنه القوة التي يؤثر بها مائع على وحدة مساحة سطح الحيز الذي يحتويه. وتقيس أجهزة (عدادات) قياس الضغط عموماً فوق الضغط الجوي المحيط به. ولا بد أن نذكر دائماً أن نقطة الصفر على معظم مقاييس الضغط تمثل الضغط الجوي وليس الضغط المطلق.

مقياس الضغط بأنبوبية بوردون :

يبين شكل (٨ - ٢٦) الفكرة الأساسية لطريقة العمل في جهاز بوردون لقياس الضغط، ونجد أن العضو المرن هو عبارة عن أنبوبة مقطوعاً بيضياً ومحنياً على شكل قوس دائري، ويسلط الضغط على النهاية الثابتة للانبوبة خلال الساق.

ويكون طرف الانبوبة المسدود (الزنبرك) حر الحركة، ويتحرك في قوس عندما يتغير الضغط الداخلي، ويتصل الطرف الحر للحركة للزنبرك بقطاع يدور حول محور ارتكاز، وذلك بواسطة وصلة اتصال. ويحمل القطاع اسناناً تعشق مع ترس (مستن) محوري مثبت مع عمود المؤشر.



شكل ٨ - ٢٦ : جهاز بوردون لقياس الضغط

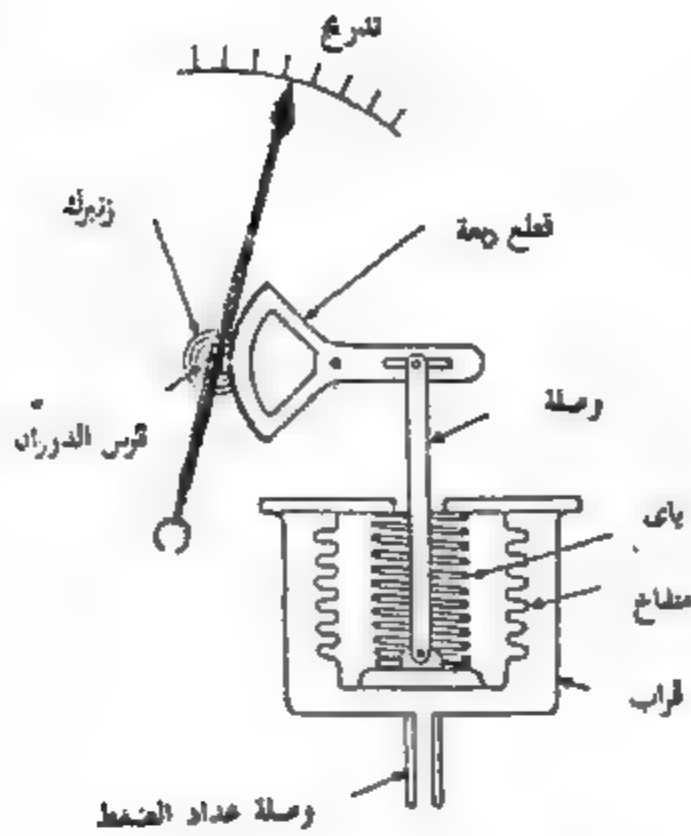
ويتم تكبير أى انحراف صغير الى حركة كبيرة نسبيا لطرف المؤشر الذى يتحرك على تدريج دائرى.

وتصنع أنبوبة الزنبرك بأشكال مختلفة طبقا للضغط المراد قياسه ويصنع من الفولاذ (الصلب) المشكل بالحدادة للضغوط العليا ويكون مقطعه الداخلى صغير نسبيا. وفى حالة الضغوط الاقل يصنع الزنبرك من معدن ذى معامل مرونة منخفض مثل البيرونز أو النحاس الأصفر وتكون الجدران أرق سمكا والمقطع أكبر قطرا.

مقياس الضغط بالرق (الطيلة) :

يبين شكل (٨ - ٢٧) المبدأ الأساسى الذى تقوم عليه طريقة أداء أجهزة قياس الضغط ذات الرق. ويدخل الضغط الى داخل كبسولة مستوية اسطوانية ويفصل بين جانبي الكبسولة بواسطة رق مرن. ويقاوم انحراف الرق بواسطة زنبرك، ويبين الانحراف بواسطة مجموعة روافع تكبير بسيطة وهى بدورها تحرك المؤشر للقياس.

ويستعمل مقياس الرق بصفة خاصة فى قياس الضغوط المنخفضة نسبيا، أى فى حدود عدة سنتيمترات من ضغط الماء، أو فى قياس ضغوط التفريغ (السالبة) أى الاقل من الضغط الجوى، ويعتبر البارومتر



شكل ٨ - ٢٨ : مقياس الضغط بالمنقار

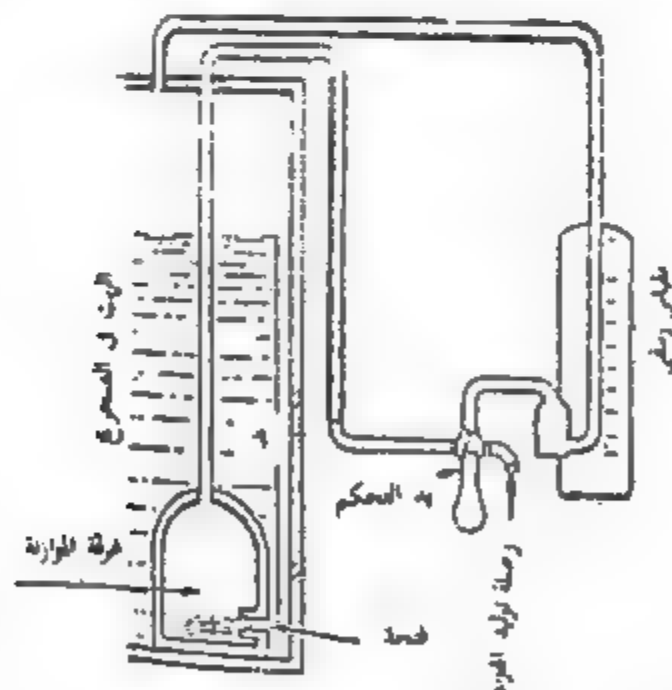
٨ - ٢٠ وسائل بيان المستوى (المنسوب) :

لكي يمكن التحقق من مستوى السائل في أي صهرية أو خزان، فمن المعتاد أن تستخدم بعض أنواع الوسائل لبيان المستوى، وربما تكون واحدة أو ازدواجا من الطرق الآتية : زجاجة البيان أو عوامة مستوى، أو المقياس الهوائي. وعند استخدام زجاجة البيان على الصهارية فلا بد أن يكون زجاجها من النوع المقاوم للحرارة والكسر ويتم حمايته بوسائل خاصة وحتى يمكن المحافظة على محتويات الصهارية في حالة كسر زجاجة البيان، فالمعتاد أن يزود البيان عند أسفله بمحبس أو صمام ذاتي الغلق، وقد يستخدم المحبس في وضع مغلق دائما، ولا يتم فتحه إلا عند الرغبة في التحقق من المستوى.

وتعتبر عوامة المستوى من الوسائل السهلة المعتمدة للتحقق من مستوى السائل. وتتصل العوامة بجنزير (أو سلك) يمر فوق بكرة مسننة ويتبدل عليها للجنزير (أو السلك) حاملا المؤشر الذي يتحرك لأعلى أو

لأسفل على تدريج لبيان المستوى. ومن الضروري أن نتحقق من أحكام الماسورة التي يتدلى فيها جنزير المؤشر، كما يجب أن يكون ارتفاعها على من مستوى ماسورة الفائظ (الطافح).

وكثيرا ما يركب في الصهريج مقيس المحتوى (الكمية) من الطراز الذي يعمل بالهواء كما هي الحالة في الصهاريج العميقة وصهاريج القاع المزدوج، ويبين شكل (٨ - ٢٩) فكرة عمل أحد طرازاتها. وتقوم فكرته على أساس أن ضغط السائل في الصهريج يتناسب مع طول عمود السائل في الصهريج ويقوم المانومتر (عداد الضغط) الزئبقي بتحديد الضغط الواقع على قاع الصهريج، وبالتالي يحدد طول عمود السائل الذي يتناسب مع حجم السائل في الصهريج ويتم تشغيل هذا الجهاز بإدخال هواء مضغوط إلى هجيرة حيز قياس الضغط في قاع الصهريج خلال صمام تحكم وسوف يحتجز الهواء في الحيز بقيمة الضغط الواقع عليه من ارتفاع عمود السائل في الصهريج. ويقوم المانومتر بتحديد هذا الضغط وتتم معايرته لقياس المستوى بدلا من الضغط كما يمكن أن يكون القياس للحجم مباشرة (أو للوزن في حالة سائل محدد الكثافة)



شكل ٨ - ٢٩ : المقياس الهوائي لبيان المستوى (أو المحتوى)

ويزودنا صناع هذه المقاييس فى العادة بكتيب التعليمات الخاصة بشرح الجهاز وطريقة تركيبه وتشغيله والبيانات الخاصة بصيانته، وكما هو الحال فى كافة الاجهزة، فانها قد تتعرض للتلف فى بعض الاحيان. ولذلك تزودنا الصهاريج عادة بوسيلة تبادلية لقياس المستوى مثل المسابر (مواسير قياس المستوى) للتحقق من مستوى السائل فى الصهاريج.

٨ - ٢٩ : عدادات الازاحة (كمية التصريف) :

تصنع عدادات الازاحة تجاريا بأنواع كثيرة منها : المكبس المتردد، والمكبس المتذبذب، والقرص المترنح، والريشة واللولب الحلزوني، ويبين شكل (٨ - ٢٩) نوع القرص المترنح المستخدم عادة فى قياس استهلاك المياه.

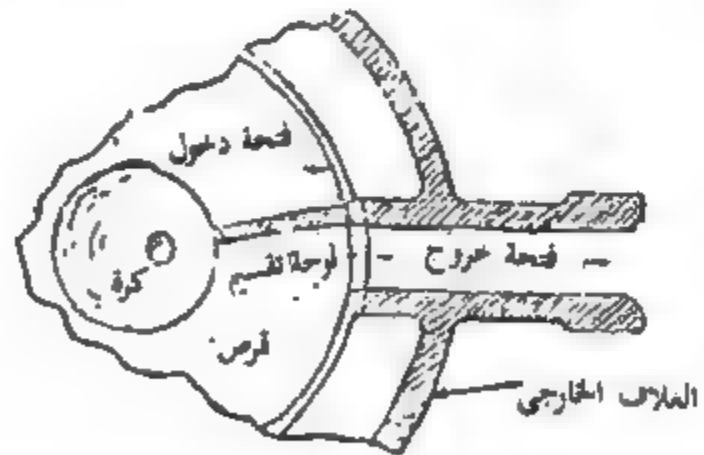
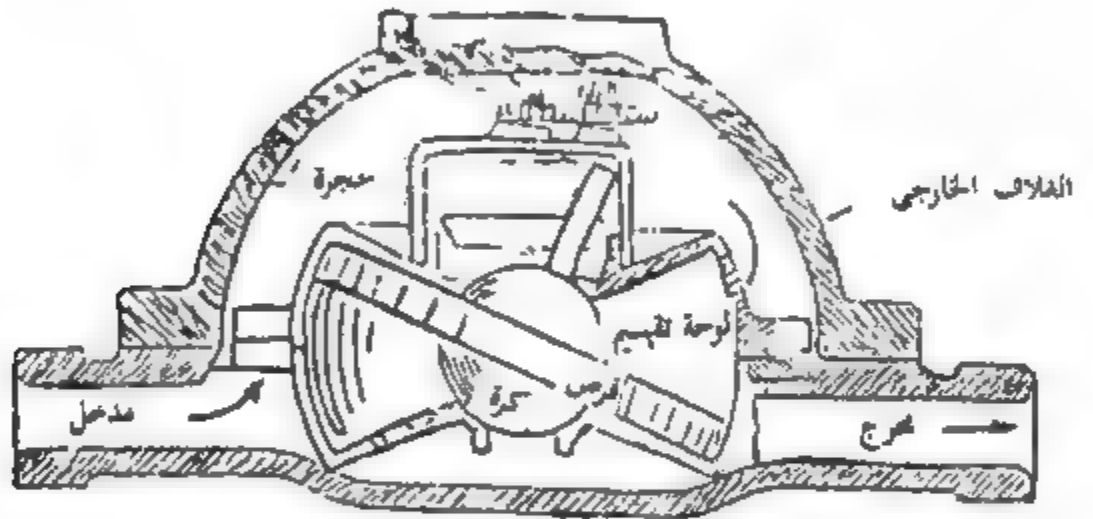
ويتكون العداد من مجمع كابس بما فى ذلك قرص بمشقبية قطرية ونصفى كرة واصبع مركزية. ويركب المجمع الكابس فى غرفة القياس التى يكون كل من سطحها العلوى وسطحها السفلى على شكل مخروطى. أما جدارها الجانبى فانه قطاع متوسط للمكرة. وتركب غرفة القياس داخل غلاف (قراب) مركب به توصيلات مواسير الدخول والخروج. ويتم نقل حركة القرص المترنحة بواسطة الاصبع المركزية وعمود دوران خلال صندوق الحشو فى أعلى الغلاف. ويركب ترس محورى لادارة تروس تسجيل القراءات، ويراعى أن حركة القرص هى حركة تمايلية خاصة يطلق عليها الترنح. وبذلك فلا يدور القرص لان المشقبية التى به معشقة فى لسان مثبت بقاع غرفة العداد. ويتحرك محور الاصبع المركزى فى مسار مخروطى بحيث يظل قيمة وقاع القرص ملامسا ومتماسا مع قمة وقاع الغرفة على طول خط التلامس القطرى الدائرى حول العداد.

ويتدفق السائل الى غرفة القياس مباشرة من وصلة المدخل فتحة

موجودة فى السطح الخارجى للمغرفة، وتوجد كذلك فتحة خروج موجودة على الجانب الآخر من لوح التقسيم.

ويقسم القرص غرفة القياس الى أربعة فراغات : اثنان منها فوق القرص والآخر اسفله، اثنان منهما على اتصال بفتحة المدخل والآخران على اتصال بفتحة الخروج. وتعزل هذه الاحجام الاربعة بواسطة القرص نفسه وبالاتصالات بين القرص والغرفة

وبنتيجة لكل ترنج كامل يكون الحجم مساويا لحجم الغرفة مطروحا منه حجم القرص



شكل ٨ - ٢٩ : مقياس الازاحة (كمية التصريف)

الباب التاسع

المضخات الهيدروليكية

يتعرض هذا الباب لأنواع المضخات الهيدروليكية التي تعتبر مصدر الطاقة الهيدروليكية في الدوائر والنظم الهيدروليكية فإنها شبيهة النظام الهيدروليكي بجسم الإنسان كانت المضخة الهيدروليكية نظيرة للقلب الذي يدفع الدم لجميع أجزاء الجسم ، فالمضخة أيضا هي المسئولة عن سحب الزيت الهيدروليكي من الخزان وضخه إلى المسارات المختلفة في الدائرة الهيدروليكية

وقد بدأنا في هذا الباب بمقدمة مختصرة عن المنظومة الهيدروليكية ثم وضحنا أنواع المضخات الهيدروليكية ثابتة التصريف ومتغيرة التصريف وهي الأنواع الشائعة لإستخدام في معظم التطبيقات الحديثة في كل المجالات .

الباب التاسع

المضخات الهيدروليكية

٩ - ١ عام

كلمة هيدروليكا تعنى فى الأصل (المياه) ولكن هذه التسمية أصبحت تطلق فى الوقت الحالى على عملية نقل القدرة باستخدام السوائل ، حيث يتم تطبيق ذلك فى ادوائر الهيدروليكية المختلفة التى نراها حولنا فى كافة المجالات ، وفى الصناعة نجد أن الكثير من المصانع تعتمد خطوط الانتاج فيها على الهيدروليكا فى نقل الخامات وفى خطوات التصنيع مثل مصانع الصلب والبلاستيك ومصانع الأسمت والآلات الورش الانتاجية وفى مجالات النقل البحرى نجد أن النظم الهيدروليكية موجودة بكثرة فى السفن والأوناش الموجودة على ظهرها وفى نظم التحكم فى الدفة وفتح الأبواب وفى المجالات المدنية فى الأهوسة والكبارى التى يتم فتحها وغلقها ، وكذلك نرى النظم الهيدروليكية فى معدات تداول البضائع مثل أوناش الشوكة وأوناش الحاويات والأوناش المتحركة والثابتة . ومعدات تحريك التربة باللدادر والحفارات والبلدوزرات وفى العربات المجهزة قلابات أو جمع القمامة . ونرى كذلك النظم الهيدروليكية فى عالم الطيران والفضاء فالتحكم فى أجنحة الطائرات وأليات سفن الفضاء يتم بطريقة هيدروليكية وأيضا فى مجالا الاتصالات تستخدم النظم الهيدروليكية فى التحكم فى للهوائيات الضخمة لما تتميز به من قدرة عالية وكفاءة تتفوق فيها عن طرق نقل القدرة الأخرى الميكانيكية أو الكهربائية .

٩ - ٢ ميزات نقل القدرة بالطريقة الهيدروليكية :

- ١ - كبر قوى وعزوم الإدارة مع صغر حجم المكونات .
- ٢ - سهولة نقل القدرة بالأنابيب والخراطيم إلى أماكن بعيدة عن مصدر القدرة الأصلى مع سهولة تحريك الأجزاء كما هو الحال فى معدات الحفر وتحريك التربة .

- ٣ - إمكانية الحصول على حركة طولية أو دورانية مباشرة باستخدام اسطوانة هيدروليكية أو محرك هيدروليكي .
- ٤ - إمكانية بدء الحركة مع وجود الحمل الكامل على الدائرة .
- ٥ - سرعة رد الفعل عند البدء من السكون .
- ٦ - إمكانية التحكم فى الحركات السريعة وفى الحركات الدقيقة متناهية البطء .
- ٧ - سهولة الحماية ضد الأحمال الزائدة باستخدام صمام حد الضغط «الريليف» .
- ٨ - سهولة عكس الحركة الطولية والدورانية التى لا تحتاج إلا إلى عكس اتجاه سريان الزيت عن طريق صمام التوجيه .
- ٩ - ملائمة الدوائر الهيدروليكية للتحكم الأليكترونى الدقيق .
- ١٠ - إمكانية تخزين القدرة فى الدائرة باستخدام المرمك بحيث يمكن تشغيل الدائرة حتى مع انقطاع مصدر الطاقة لأصلى .
- ١١ - الزيت الهيدروليكي يعتبر وسيلة لتزييت عناصر الدائرة وفى نفس الوقت هو عنصر للتبريد أثناء سريانه فى أجزاء الدائرة المختلفة حيث ينقل الحرارة المتولدة فى العناصر المختلفة ويفقدتها أثناء مروره بالخزان المتسع نسبيا .
- ١٢ - مراعاة الأحمال الخارجية تلقائيا حيث يتولد الضغط فى الدائرة بناء على الحمل الواقع على عنصر التشغيل بها والاسطوانة أو المحرك الهيدروليكي، فكلما زاد الحمل زاد الضغط فى الدائرة حتى تمام التغلب على المقاومة وتحريك الحمل .

٩ = ٢ عيوب نظم التحكم الهيدروليكي :

- ١ - الخلوصات الدقيقة فى عناصر الدوائر الهيدروليكية تجعل تكاليف انتاجها عالية الثمن نظرا للتقنية الدقيقة المطلوبة لتصنيع عناصر الدوائر الهيدروليكية مما يرفع من ثمن المعدات والمكينات الهيدروليكية عن مثيلاتها التى تستخدم الوسائل الميكانيكية أو الكهربائية فى نقل القدرة .
- ٢ - لنفس السبب أيضا فإن الخلوصات الدقيقة للأجزاء تجعل مدى درجات الحرارة التى تعمل فيه الأنظمة الهيدروليكية مدى محدود لأن زيادة الخلوصات أو نقصها يؤدى إلى خلل فى وظائف الدائرة .
- ٣ - كما تفرض الخلوصات الدقيقة أيضا ضرورة مراعاة النظافة التامة للدوائر الهيدروليكية لأن أى ذرة تراب تتسرب إلى داخل الخلوصات الدقيقة للأجهزة يمكن أن تسبب تلفها أو اختلال أداء وظيفتها .
- ٤ - عدم ملائمة نظم التحكم الهيدروليكي فى التطبيقات ذات القدرات المنخفضة .
- ٥ - قابلية الزيوت المعدنية للاشتعال تحد من إمكانية استخدام الدوائر الهيدروليكية بالقرب من مصادر اللهب والحرارة المرتفعة .

٩ = ٤ الدائرة الهيدروليكية :

تتكون الدائرة الهيدروليكية أو المنظومة الهيدروليكية فى صورتها المبسطة من وسيلة قيادة وهى التى تمد المنظومة بالحركة الأساسية وهى عادة ما تكون محرك كهربى أو آلة احتراق داخلى أو حركة يدوية حيث تقوم وسيلة القيادة باستخدام الطاقة الكهربائية أو الحرارية أو العضلية فى إمداد النظام بالطاقة الميكانيكية لإدارة العنصر التالى لها وهو المضخة الهيدروليكية أما المضخة الهيدروليكية فيمكن اعتبارها مثل قلب الإنسان

الذى يضخ الدم فى أنحاء الجسم وكما هو واضح من أسمها فوظيفتها سحب الزيت من الخزان وضخه فى الدائرة دون توقف طالما ظلت فى حالة الدوران وهى بذلك تكون قد حولت الطاقة الميكانيكية المستمدة من وسيلة القيادة إلى طاقة هيدروليكية يمثلها الزيت المتدفق من مخرج المضخة .

ولكى يتم الاستفادة من هذه الطاقة لابد من التحكم فيها عن طريق صمامات التحكم الهيدروليكي ، فوظيفة هذه الصمامات التحكم فى اتجاه وضغط وتدفق الزيت المندفق من المضخة لكى يتم دورته فى الاتجاه المطلوب وبالضغط المناسب للحمل تماما وفى الحدود التى لا تسبب انفجاراً أو كسراً فى أى جزء من الأجزاء وأيضاً بالسرعة المطلوبة بالضبط .

يصل الزيت بعد ما تم التحكم فى عناصره الثلاثة التدفق والضغط والاتجاه إلى المستخدم أو المشغل وهو إما اسطوانة هيدروليكية تعطى حركة طولية أو محرك هيدروليكي يعطى حركة دورانية وفى هذا المشغل يتم تحويل الطاقة الهيدروليكية التى هى زيت له ضغط وكمية تدفق إلى طاقة ميكانيكية عبارة عن حركة طولية لها قوة وسرعة محددتين وبذلك نكون قد حصلنا على طاقة ميكانيكية من الناحية الأخرى للمنظومة ، فنحن قد بدأنا بطاقة ميكانيكية من المحرك ثم انتهينا إلى طاقة ميكانيكية عند المشغل فى الطرف الآخر للمنظومة .

والشكل التالى يوضح خطوات وأشكال الطاقة فى الدائرة الهيدروليكية .

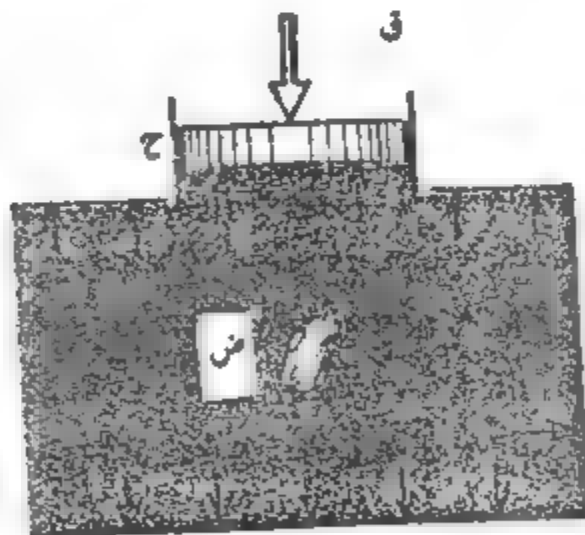
أشكال الطاقة وأماكن تحولها فى الدائرة الهيدروليكية



وهنا يبرز السؤال التلقائي لماذا نستخدم الدوائر الهيدروليكية؟ طالما أننا نحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة هيدروليكية ثم نعود ونحولها إلى طاقة ميكانيكية مرة أخرى. فكما ذكرنا سابقا في مميزات النظم الهيدروليكية أنها تتيح لنا إمكانية التحكم في القوى وفي اتجاه الحركة وفي سرعة الأجزاء المتحركة. وكذا الحماية ضد الأحمال الزائدة فهي وسيلة دقيقة ذات كفاءة عالية لتحويل الطاقة إلى الصورة التي تتيح لنا فرصة التحكم الكامل في المتغيرات بحيث نحصل على القوى والسرعات المطلوبة وفي الاتجاه المطلوب بالضبط ثم نحول هذه الطاقة إلى طاقة ميكانيكية متحكم فيها عن طريق المشغل (الاسطوانات الهيدروليكية). لو المحرك الهيدروليكي).

٩ - ٥ تكبير القوة بالطرق الهيدروليكية :

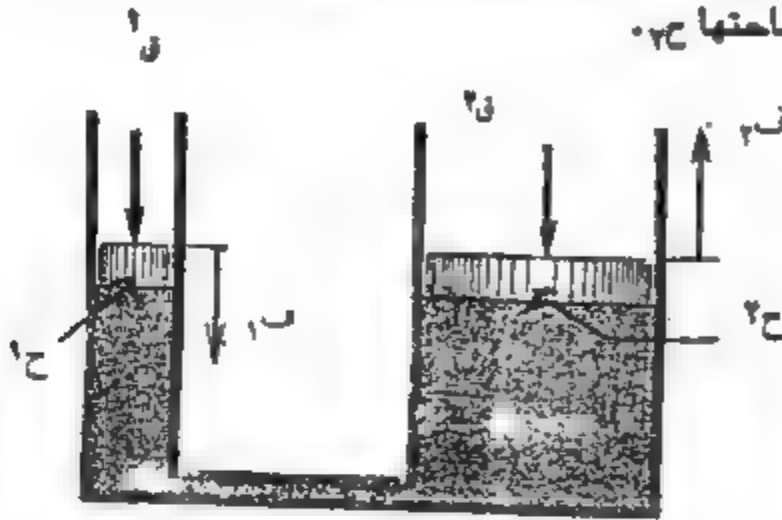
لو تصورنا إناء له فوهة واحدة مملوء بالسائل وتؤثر عليه قوة خارجية Q على مساحة مكبس مقدارها A فإن الضغط الناتج عن هذه القوة داخل الإناء $ض = \frac{Q}{A}$ يكون متساويا داخل الإناء ويؤثر بنفس القيمة على كل جوانب الإناء من الداخل بما فيها السطح السفلي للمكبس أيضا وذلك حسب قانون بيسكال مع إهمال تأثير قوة الجاذبية الأرضية لأننا في الدوائر الهيدروليكية نتعامل مع ضغوط مرتفعة يمكن معها إهمال قيمة الضغط الهيدروستاتيكي .



شكل (٩ - ٥)
تأثير الضغط بطريقة متساوية
على كل جوانب الإناء المغلق

وقد أمكن الاستفادة من هذا المبدأ في الحصول على قوة كبيرة باستخدام قوة صغيرة والشكل التالي يوضح هذه الفكرة العملية التي تستخدم على نطاق واسع في الحياة العملية .

فإذا افترضنا وجود إناء مغلق له فتحتان الأولى صغيرة مساحتها ح^١ والثانية أكبر ومساحتها ح^٢.

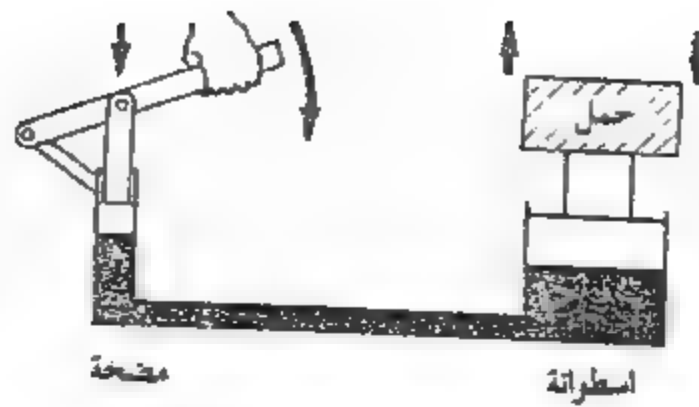


$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} = \frac{h_1}{h_2} \quad \text{شكل (٩ - ٣)}$$

تكبير القوة بالطريقة الهيدروليكية

فإذا أثرنا على المساحة الأولى ح^١ بقوة صغيرة مقدارها ق^١ فإن الضغط الناشئ عنها داخل الإناء ض^١ . وحسب قانون بسكال يصبح هذا الضغط متساوياً في كل أجزاء الإناء ومن ثم تكون نفس قيمة الضغط ض مؤثرة على سطح المكبس الثاني الذي تساوى مساحته ح^٢ ، وبذلك نحصل على قوة مقدارها ح^٢ ض = ق^٢ ولما كانت المساحة ح^٢ أكبر من المساحة ح^١ فإن القوة ق^٢ تكون أكبر من ق^١ ونسبة التكبير تكون مساوية لنسبة المساحة $\frac{A_2}{A_1}$ أي أن تساوى الضغط داخل الإناء قد أتاح لنا إمكانية الحصول على قوة مكبرة من ناحية المكبس ذو المساحة الأكبر باستخدام قوة صغيرة ناحية المكبس ذي المساحة الصغيرة . ونرى ذلك عملياً في رافعة السيارة (الكوريك الهيدروليكي) حيث نستخدم القوة العضلية للذراع وهي قوة محدودة في التأثير على مكبس ذي مساحة صغيرة لإحداث ضغط يؤثر على مكبس له مساحة أكبر يمكنه رفع سيارة تزن ١ طن أو ٢ طن.

كما تستخدم نفس الطريقة في رافعة السيارات في محطات الخدمة.

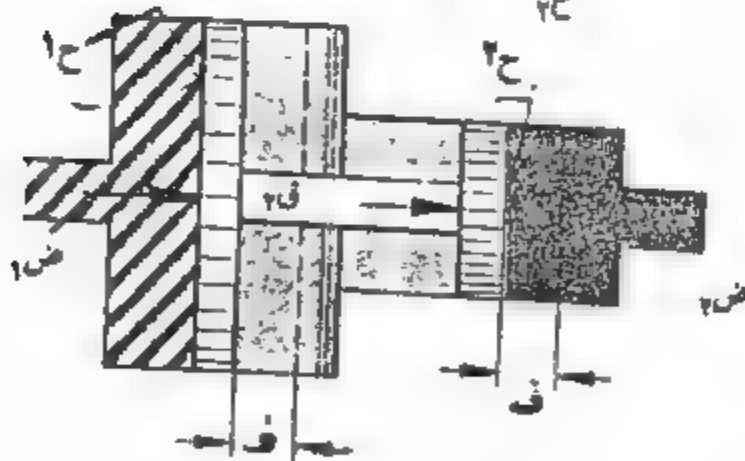


شكل (٩ - ٥)
استخدام قوة صغيرة للحصول
على قوة مكبرة

٩ - ٦ تكبير الضغط :

باستخدام كباسين مختلفين في المساحة وموصل بينهما بذراع ثابت كما هو موضح بالشكل (٩ - ٥) .
فإذا أثر على الكباس الأول $ق_١$ ضغطا مقداره $ض_١$ فإن القوة الناتجة عن هذا الضغط $ق_٢$ ، وتنتقل هذه القوة بنفس قيمتها إلى الكباس الثانى $ض_٢$ وينتج عنها ضغطا $ض_٢ = \frac{ق_٢}{ح_٢}$.
ولأن القوة $ق_٢$ المنقولة بالذراع الثابت قيمتها ثابتة في هذه الحالة

$$\begin{aligned} \text{فإن النيم } ق_٢ &= ق_١ \quad ض_٢ ح_٢ = ق_١ ح_١ \\ \text{أى أن} \quad \frac{ق_٢}{ق_١} &= \frac{ح_١}{ح_٢} \\ \frac{ق_٢}{ق_١} \cdot \frac{ح_٢}{ح_١} &= 1 \end{aligned}$$

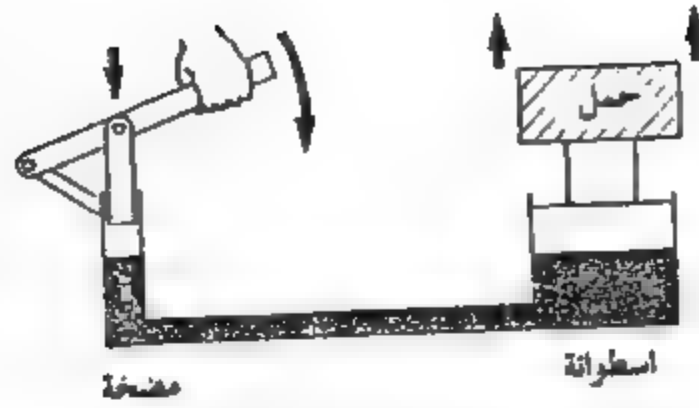


شكل (٩ - ٥)
استخدام فارق المساحات لتكبير الضغط

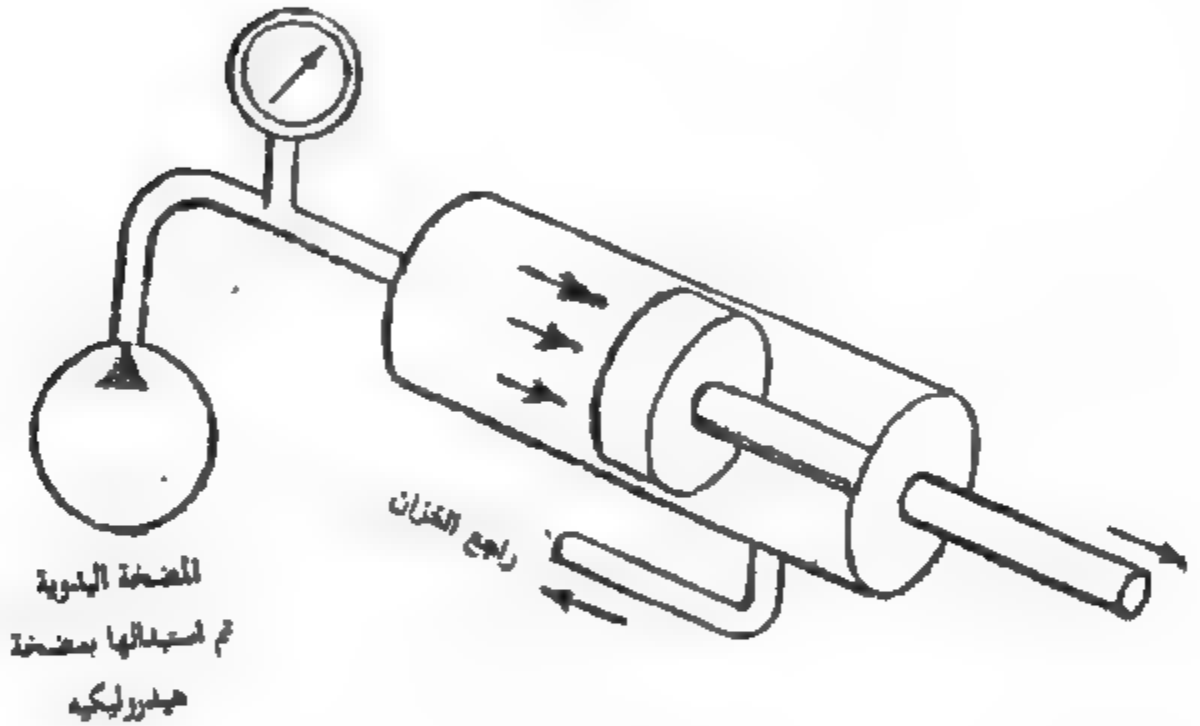
ولأن ح ١ أكبر من ح ٢ فإن نسبة التكبير في الضغط تتناسب مع نسبة المساحات أي أنه يمكن الحصول على ضغط أعلى من جهة المكبس الأصغر والعكس أيضا يمكن حدوثه لو أدخل ضغط معين من جهة المكبس الأصغر نحصل على ضغط أصغر من جهة المكبس الأكبر في المساحة .

٩ - ٧ الدائرة الهيدروليكية :

الشكل التالي يوضح التكوين الأساسي وفكرة عمل الدائرة الهيدروليكية . حيث تتمثل فيها فكرة عمل رافعة السيارات البسيطة ففي الناحية اليسرى كباس تؤثر عليه بقوة اليد ويقسمه قيمة هذه القوة على مساحة مقطع الكباس ينتج الضغط المؤثر على كل السائل المتصل بالاسطوانة الأخرى الموجودة في الجانب الأيمن والتي تمثل اسطوانة الحمل وبزيادة القوة المؤثرة على الكباس يزيد الضغط وبالاتمرار في زيادة القوة في الناحية اليسرى «ناحية المضخة» يرتفع الضغط حتى يصل إلى قيمة تمكنه من التغلب على قوى المقاومة في الاسطوانة والتي تتمثل في الحمل الواقع عليها ، عندئذ يمكن تحريك الحمل ورفع له لأعلى فإذا ظل الحمل الخارجى ثابتا ظل الضغط في الدائرة ثابتا أيضا ولا يعاود الارتفاع وهكذا نرى أن الضغط في الدائرة يرتفع إلى القيمة التي تمكنه من التغلب على المقاومة التي تعوق الحركة ولا يتعدى هذه القيمة . ويمكن بالتالي تحريك الحمل إذا أمكن رفع ضغط الدائرة إلى المدى الذي تنتج عنه قوة مساوية للحمل وتعتمد سرعة حركة الحمل على معدل تدفق السائل الذي يتم دفعه داخل اسطوانة الحمل ومعنى ذلك أن زيادة سرعة نزول كباس المضخة يقابلها ازدياد في معدل تدفق السائل الداخل لاسطوانة الحمل وتزداد تبعا لذلك سرعة رفع الحمل وفي الحياة العملية يتم استخدام مثل هذه الدائرة مع التعديل في المكونات فبدلاً من المضخة اليدوية تستخدم مضخة هيدروليكية يديرها محرك كما بالشكل حيث تقوم المضخة بسحب الزيت من خزان الزيت ودفعه داخل الاسطوانة حيث يتولد ضغطاً مناسباً للمقاومة لحركتها فيتحرك مكبس الاسطوانة.



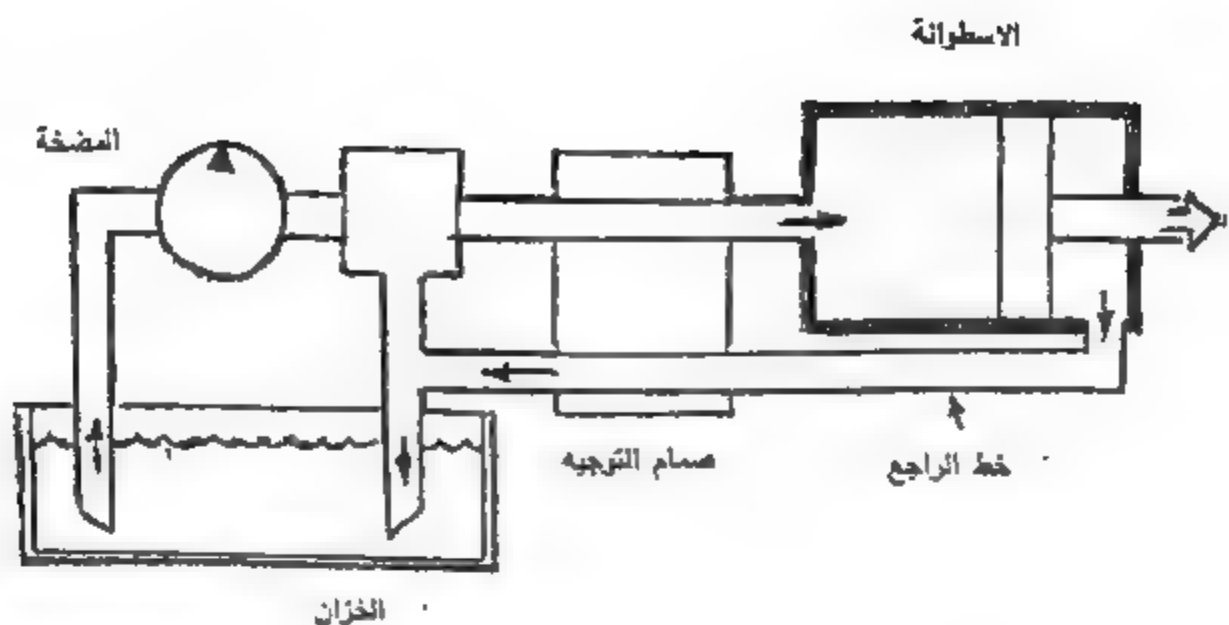
شكل (٩ - ٦)
فكرة عمل الدائرة الهيدروليكية



شكل (٩ - ٧)

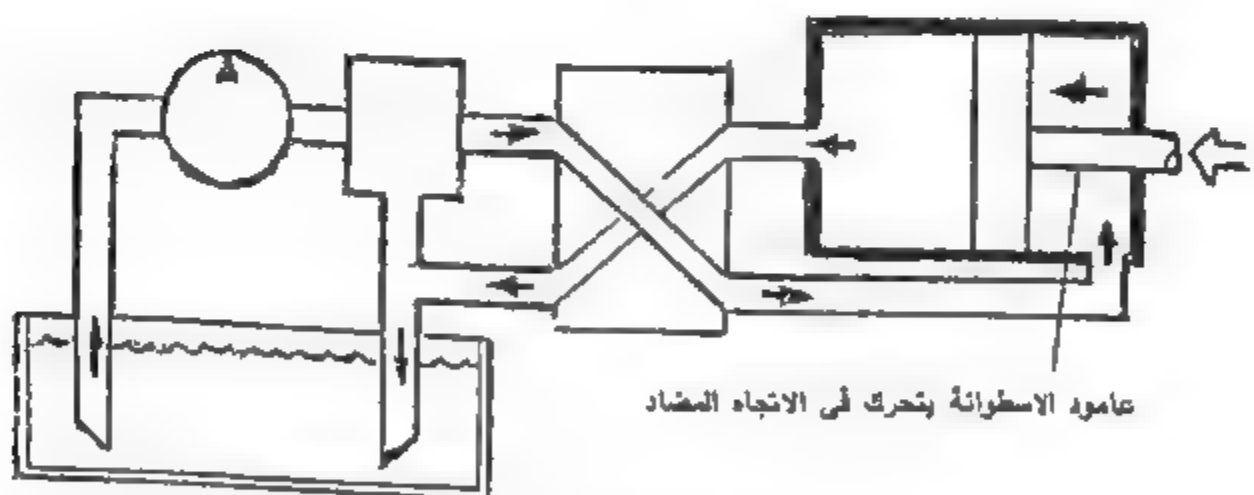
المضخة اليدوية تم استبدالها بمضخة هيدروليكية ،

كما يتم إدخال عناصر التحكم التي تتيح لنا التحكم في اتجاه حركة
الأسطوانة فإدخال صمام التوجيه يجعل الزيت يتدفق في اتجاه المكبس
وبذلك منفرد عامود الاسطوانة خارجا . كما في (شكل ٩ - ٨)



شكل (٨ - ٩)

إدخال صمام للتوجيه لتعديل مسار الزيت الداخل للاستطوانة
بتغيير وضع صمام التوجيه يتدفق الزيت خلف المكبس في الاتجاه
المضاد ويحركه للداخل وبذلك يعود عمود المكبس للداخل عكس الحركة
الأولى

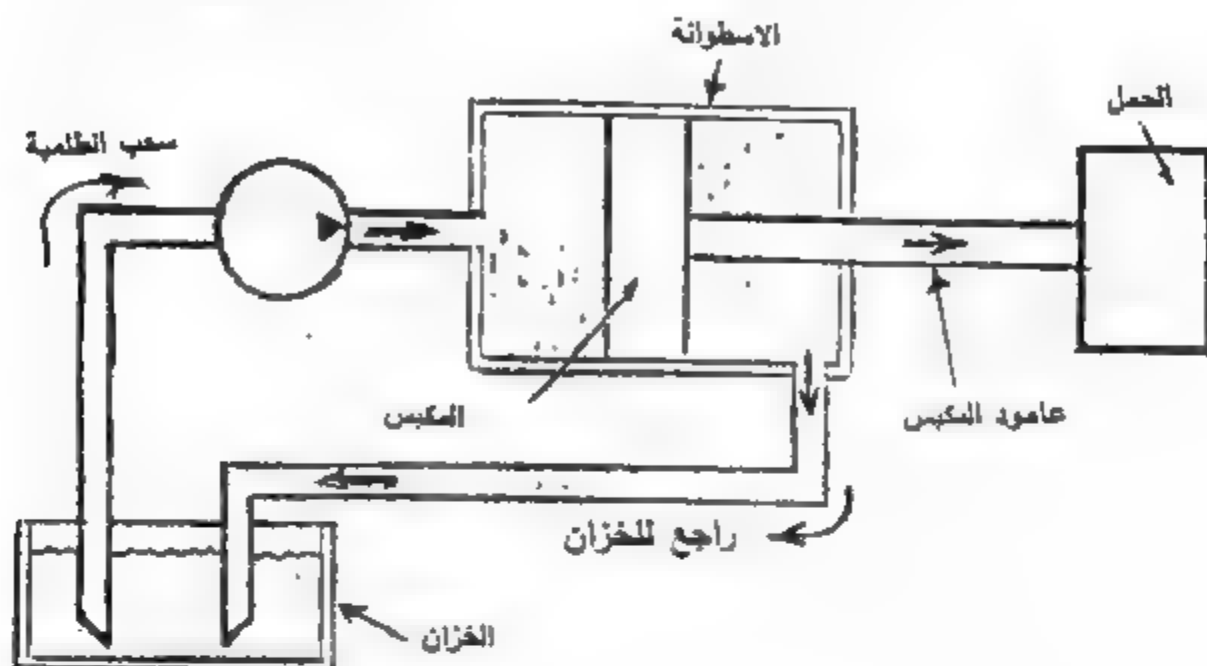


شكل (٩ - ٩)

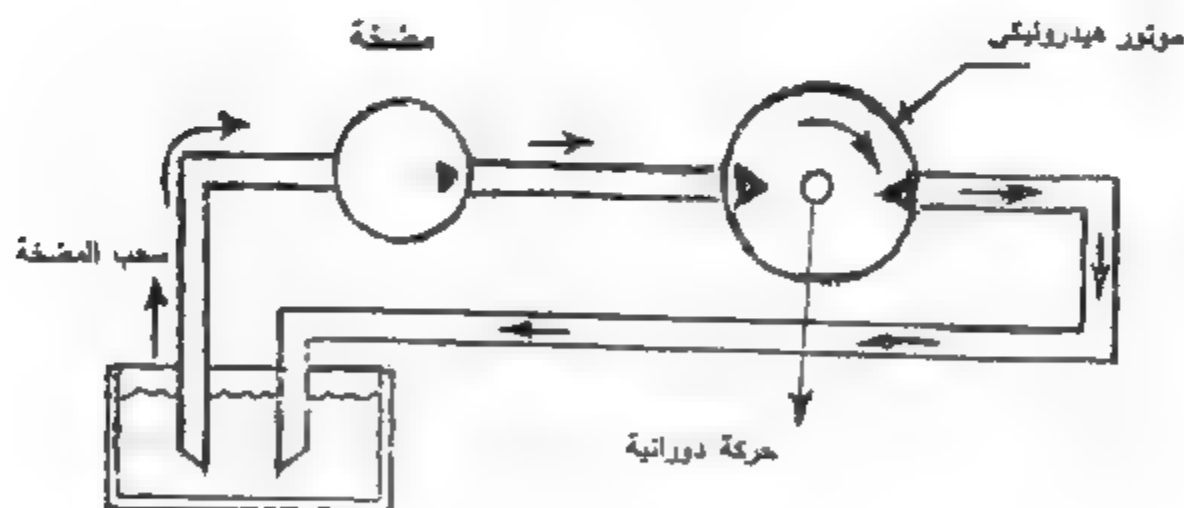
صمام التوجيه يعكس مسار الزيت الداخل للاستطوانة وتتغير حركة المكبس
وقد يكون التشغيل في حركة خطية باستخدام اسطوانة هيدروليكية
حيث تسحب المضخة الزيت من الخزان وتدفعه للاستطوانة ويعود الزيت
من ناحية عمود المكبس إلى الخزان .

أو يكون في حركة دورانية باستخدام محرك هيدروليكي حيث يتم ضخ الزيت من المضخة إلى المحرك الهيدروليكي فيدور في الاتجاه المطلوب.

التشغيل في خط مستقيم



التشغيل لحركة دائرية

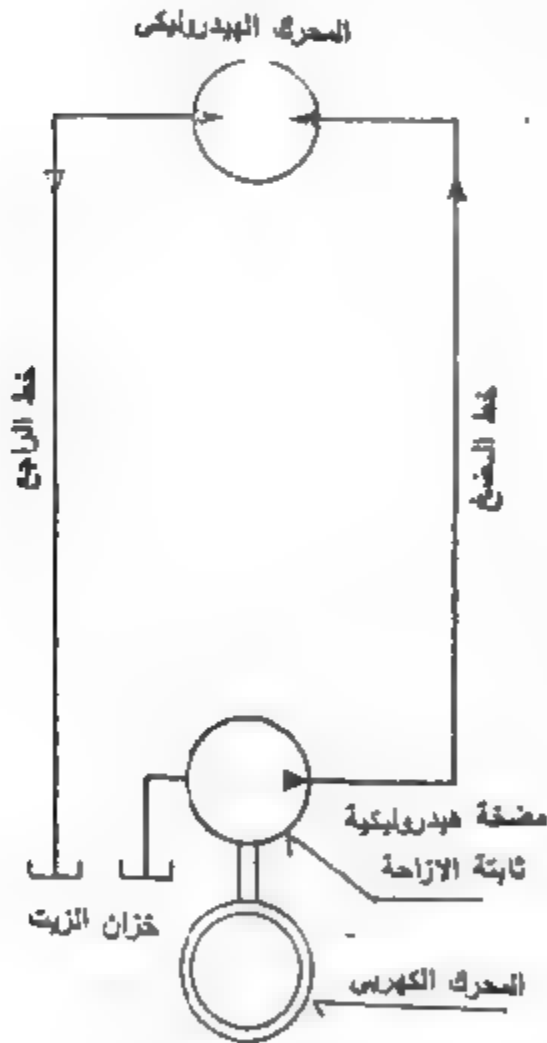


شكل (٩ - ١٠)

الحركة الناتجة من النظام الهيدروليكي إما أن تكون حركة خطية أو دورانية

٩ - ٨ أنواع الدوائر الهيدروليكية :

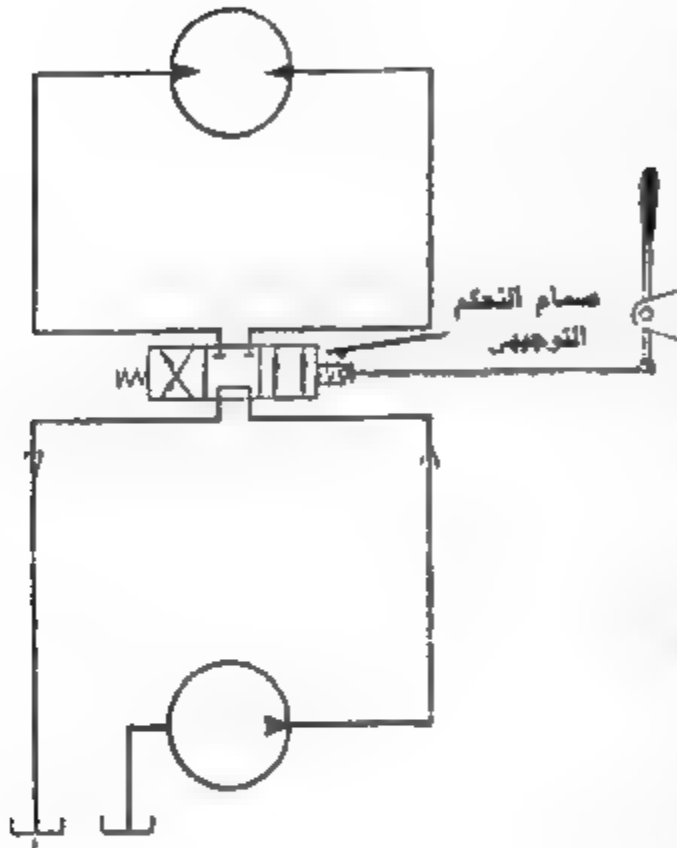
الدائرة الهيدروليكية البسيطة نوعان هما الدورة المفتوحة والدورة المغلقة فالنوع الأول تستخدم فيه مضخة هيدروليكية ثابتة الإزاحة تسحب من خزان الزيت ثم تضخ في خط الدفع تجاه المشغل سواء كان اسطوانة هيدروليكية أم محرك هيدروليكي ويعود خط الراجع من المشغل إلى الخزان مرة أخرى والرسم التالى يبين مبدأ الدائرة الهيدروليكية المفتوحة ونلاحظ فيه أنها تتكون من مضخة هيدروليكية ثابتة الإزاحة يديرها محرك وتوصل الزيت من مخرج المضخة في خط الضخ إلى محرك هيدروليكي والمضخة تسحب الزيت من خزان الزيت المتصل بمدخل المضخة .



شكل (٩ - ١١)
دائرة هيدروليكية بسيطة

أما خط الراجع وهو الزيت الذى مر داخل المحرك الهيدروليكي وخرج من مخرج المحرك فيعود للخزان مرة أخرى. وهكذا نرى أن هذه الدائرة مفتوحة في أحد مراحلها منذ عودة الزيت إلى الخزان وإعادة سحبه بالمضخة من خط السحب لذلك تسمى هذه النوعية من الدوائر بالدائرة المفتوحة. وهذه الدائرة بشكلها المبسط هذا لا يمكن أن تدير محرك الهيدروليكي سوى في اتجاه دوران واحد هو المشار إليه بالأسهم في الرسم فإذا أردنا عكس اتجاه حركة المحرك الهيدروليكي فلا بد من إدخال صمام تحكم

توجيهى ليوجه الزيت المتدفق فى
خط المضخ للقادم من المضخة إلى
أحد فتحتى دخول الزيت للمحرك
الهيدروليكي ويوجه أيضا الزيت
الراجع من المحرك الهيدروليكي إلى
خزان الزيت مرة أخرى .

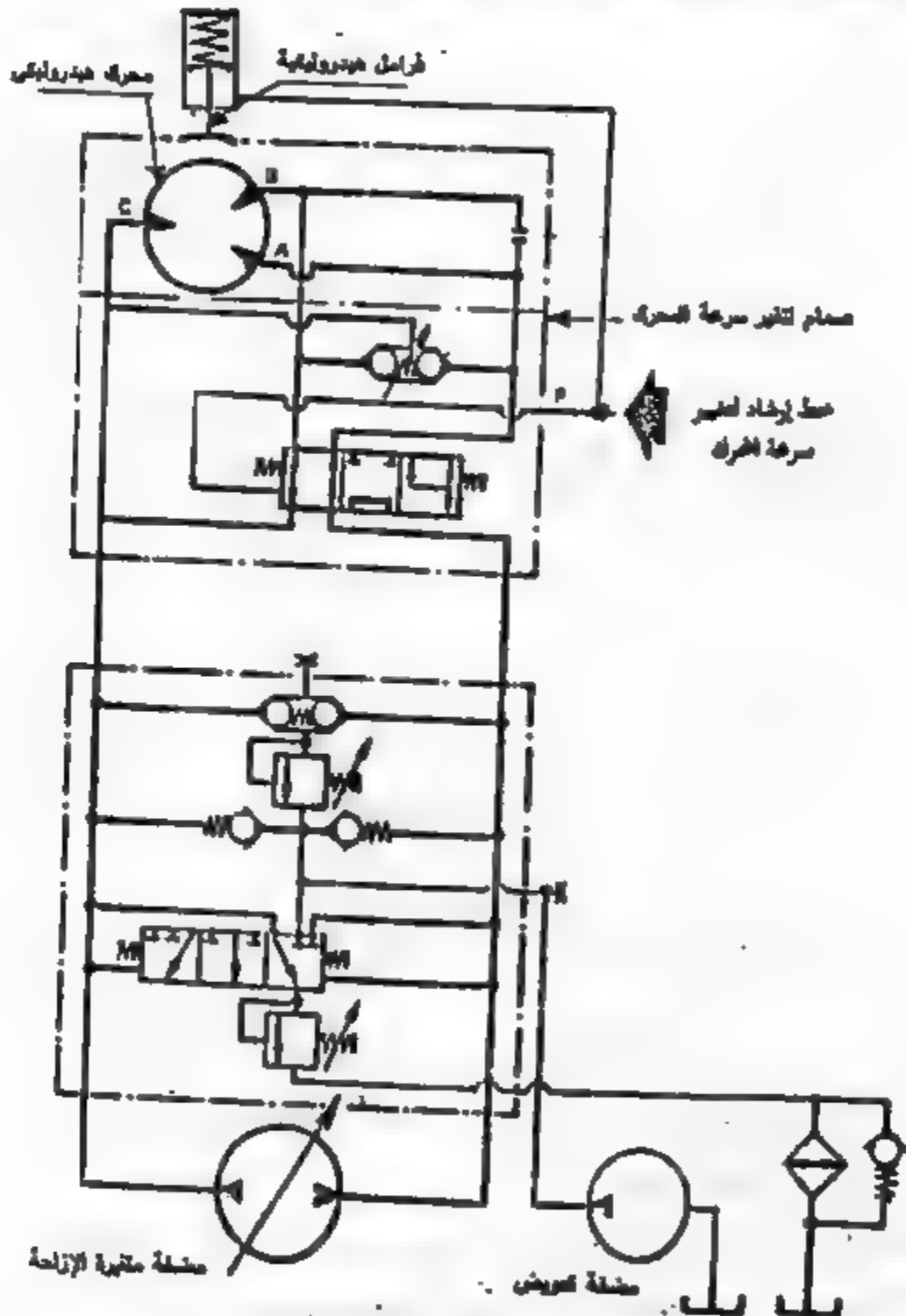


والرسم التالى يوضح الدائرة
المفتوحة بعد إدخال صمام التحكم
التوجيهى عليها لإعطاء إمكانية
إدارة المحرك الهيدروليكي فى
اتجاهى الدوران المتضادين بالاختيار
بين وضعى التشغيل المطلوبين ،
فالوضع الأيمن للصمام التوجيهى
يجعل المحرك الهيدروليكي يدور فى
اتجاه عكس عقارب الساعة والوضع
الأيسر للصمام التوجيهى يدير
المحرك الهيدروليكي فى اتجاه
عقارب الساعة لأن الزيت سوف
يدخل للمحرك من المدخل الأيمن
فى الحالة الأولى ومن المدخل
الأيسر فى الحالة الثانية . أما الوضع
الأوسط للصمام التوجيهى فيوقف
المحرك الهيدروليكي مع استمرار
دوران المضخة .

شكل (١٢.٩)
الدائرة المفتوحة بعد إدخال صمام
التحكم التوجيهى فيها

أما الدائرة الهيدروليكية المغلقة الموضحة بالرسم التالى شكل
(١٢-٩) فهى تستخدم مضخة هيدروليكية متغيرة الإزاحة يمكنها
ضخ الزيت من الناحيتين وبكميات متغيرة .

نلاحظ في هذه الدائرة ان فتحتي للضخعة متصلتان بمدخل ومخرج
المحرك الهيدروليكي . ولأن للضخعة تباين المخرج والمداخل فإنها إن ضخت
من الناحية اليمنى أصبح الخط الأيمن من الدائرة هو خط الضغط المرتفع
والخط الأيسر من الدائرة هو خط الضغط المنخفض



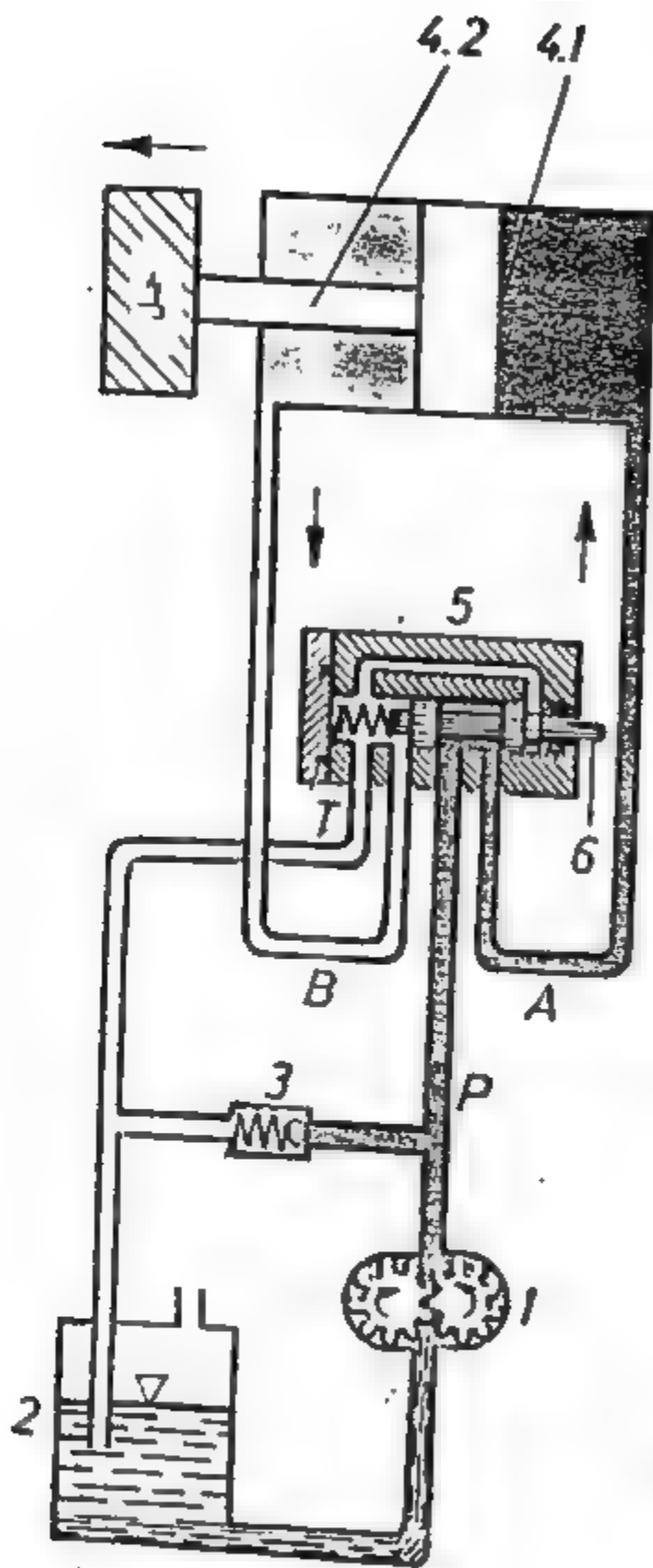
شكل (٩ - ١٣)

مثال لدائرة هيدروليكية مختلفة

ولا يعود الزيت الخارج من المحرك الهيدروليكي هنا إلى الخزان كما هو الحال في الدوائر المفتوحة، وإنما يعود هذا الزيت إلى مدخل المضخة وينعكس الوضع عندما تضخ المضخة من الناحية اليسرى حيث يصبح الخط الأيسر ما بين المضخة والمحرك الهيدروليكي هو خط الضغط المرتفع والخط الأيمن هو خط الضغط المنخفض ما بين المحرك الهيدروليكي والمضخة وعادة ما تزود مثل هذه النوعية من الدوائر المغلقة بمضخة تحضير وتعويض كالمضخة الموضحة في الجزء الأيمن من الدائرة، فهذه المضخة تسحب الزيت من الخزان وتضخه في الناحية ذات الضغط المنخفض من الدائرة المغلقة لتحافظ على امتلاء خطوط الدائرة المغلقة بالزيت باستمرار وتعويض فاقد التسريبات من عناصر الدائرة. نلاحظ في هذه الدائرة المغلقة أن مدخل المضخة ومدخل المحرك الهيدروليكي متصلان في دائرة مغلقة ولا حاجة هنا لصمام شكك توجيهي لتوجيه الزيت إلى ناحيتي مدخل ومخرج المحرك الهيدروليكي لأن عكس الاتجاه هنا يمكن أن تقوم به المضخة المتغيرة الإزاحة

٩ - ٩ مثال لدائرة هيدروليكية مفتوحة :

في هذه الدائرة الموضحة بالشكل يتم إدارة المضخة إما بمحرك كهربى أو آلة احتراق داخلى، تقوم المضخة بسحب الزيت من الخزان وتدفعه في خط الدفع أو نلاحظ أن خط الدفع هذا قد تم تزويده بصمامين للتحكم أولهما صمام حد الضغط أو «الريليف» رقم ٣ ووضيقتة فتح الطريق أمام الزيت المتدفق من المضخة إلى الخزان مرة أخرى إذا زاد ضغطه عن قيمة محددة وبذلك نحمى الدائرة من زيادة الضغط عن الحد المأمون ثانياً هذه الصمامات هو صمام التحكم التوجيهي رقم ٤ في الشكل وهو صمام سداجه عدد من الغرف والتجاويف وله فتحات خرجية عددها ٤ في هذا النموذج من الصمامات ولكنها قد تكون ٢ أو ٣ أو ٤ أو ٥ فتحات في أنواع أخرى .



شكل (٩ - ١٤)

مثال لدائرة هيدروليكية مفتوحة

- ١. المضخة الهيدروليكية
- ٢. خزان الزيت
- ٣. صمام حد الضغط (الريليف)
- ٤.١ المكبس
- ٤.٢ صمامود المكبس
- ٥. صمام التحكم التوجيهي
- ٦. صمام التحكم التوجيهي

فى الشكل نجد الفتحة (A) موصلة بالاسطوانة بالغرفة المؤثرة على سطح المكبس أما الفتحة (B) فتتصل بالغرفة المؤثرة على الوجه المقابل للمكبس (ناحية العمود)، وتتصل الفتحة (P) بالمضخة الهيدروليكية وتتصل الفتحة (T) بالخزان ومع استمرار دوران المضخة تدفع الزيت تجاه الفتحة P حيث يسمح وضع صمام التحكم فى سريان الزيت إما للفتحة (A) أو الفتحة (B) وفى الرسم هنا نجد أن وضع الزلاق قد تم تحريكه ليسمح للزيت بالتدفق تجاه الغرفة اليمنى بالاسطوانة (ناحية المكبس) ويستمر تدفق الزيت فى هذا الاتجاه طالما لا توجد مقاومة أمامه، وعند وجود حمل كالموضح بالرسم تحدث مقاومة فى الحركة ويبدأ الضغط فى الارتفاع حتى يصل للقيمة التى تمكنه من إحداث قوة تفوق مقاومة الحمل وبالتالي يتحرك المكبس والحمل ويعود الزيت الموجود ناحية العمود من خط الراجع (B) عن طريق صمام التحكم إلى الفتحة (T) ومن ثم يعود إلى الخزان .

وحين يصل المكبس إلى نهاية مشواره جهة اليسار فإن المكبس يمتنع عن الحركة لتلامسة مع نهاية الاسطوانة وبذلك لا يجد الزيت المستمر فى التدفق من المضخة أى فراغ ليملاء فيعود الضغط الارتفاع فى الخط (P) والخط (A) وهنا يبدأ صمام حد الضغط فى العمل حيث يحبس أجزاء ومكونات الدائرة من هذا الضغط غير المرغوب حتى لا يحدث انهيار فى أى من مكونات الدائرة وبذلك يفتح صمام حد الضغط رقم (٣) فى الرسم الطريق للزيت ليعود إلى الخزان بدلاً من استمرار تدفقه فى الاتجاه (A) الذى أصبح مسدوداً بوصول المكبس لنهاية مشواره داخل الاسطوانة.

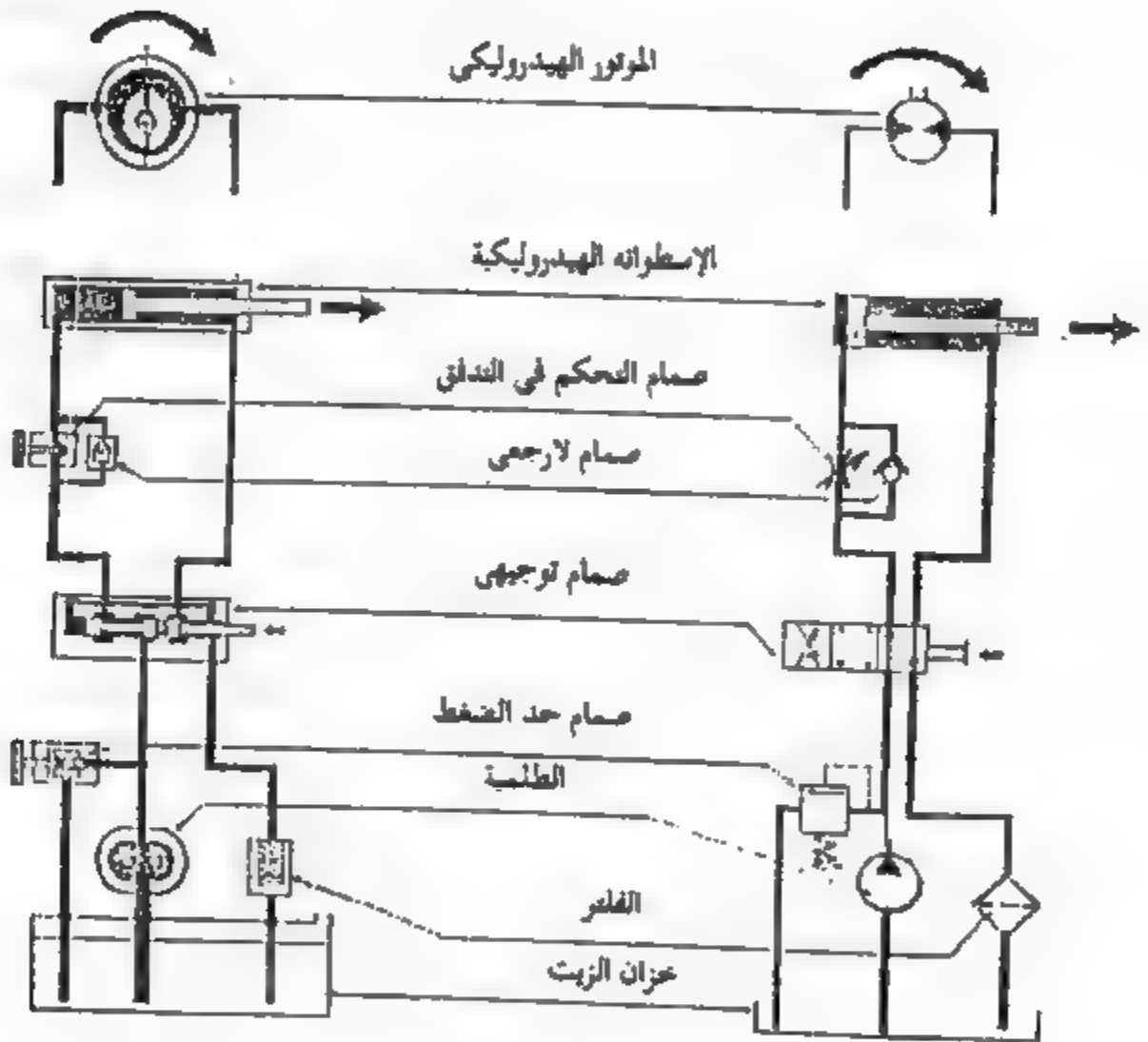
ولاحداث الحركة العكسية يتم تحريك زلاق صمام التحكم التوجيهى فى الاتجاه المضاد لحركته الأولى فى هذه الحالة سوف يتصل خط المضخة (P) بخط الخدمة (B) الواصل إلى الغرفة اليسرى للاسطوانة (ناحية عمود المكبس) وبذلك يؤثر ضغط الزيت المتدفق على وجه المكبس الآخر (ناحية العمود) ويحدث نفس التأثير حيث يتم ازدياد الضغط حتى الوصول للقيمة يمكن التغلب عندها على المقاومة ويتحرك المكبس فى الاتجاه المضاد، وبالمثل أيضاً عند وصول المكبس لنهاية مشواره يفتح

تختلف المضخة في النظام الهيدروليكي عن المضخات السيناميكية في الوظيفة الأساسية لعمل كل منهما، فالمضخة الهيدروليكية تدفع السائل بغرض رفعه من مستوى لآخر أو لتوصيله من مكان لمكان بغرض التوصيل ذاته كهدف لعملية الضخ أما المضخات الهيدروليكية أو الهيدروستاتيكية المستخدمة في النظم الهيدروليكية فإن الغرض منها دفع السائل في الدائرة بهدف أداء شغل ، وقد رأينا ذلك واضحا فيما لو رددناه من أمثلة لبعض الدوائر الهيدروليكية المفتوحة والمغلقة ، فالمضخة فيها تضخ الزيت بغرض وصوله إلى المشغل لكي يتحرك حركة طولية كما في الاسطوانة الهيدروليكية أو حركة دورانية كما هو الحال في المحرك الهيدروليكي . صحيح أن كلا النوعين آلة لزيادة طاقة المائع (السائل) ولكن الغرض النهائي من الاستخدام يختلف كما ذكرنا .

كما أن التسمية تختلف ما بين النوعين تبعاً لهذا الاختلاف فنجد أن المضخات الهيدروديناميكية تسمى بمضخات الطرد المركزي - ومضخات التدفق المستمر - ومضخات كمية الحركة بينما يطلق على المضخات الهيدروستاتيكية التي تستعمل في النظم الهيدروليكية أسماء مثل مضخات الإزاحة الموجبة - المضخات الهندسية - مضخات السعة - مضخات التدفق المنقطع .

وإذا قارنا منحنيات الأداء للنوعين نجد اختلافاً في منحنى الأداء ناتج أيضاً عن وظيفة كل منهما، فلأن المضخات الهيدروستاتيكية المستخدمة في النظم الهيدروليكية مضخات إزاحة موجبة ولكونها وسيلة لأداء شغل فالواجب ألا يتأثر تدفق الظلمة بالضغط الواقع عليها ومن المفترض نظرياً أن يكون التدفق ثابتاً مع اختلاف الضغط وسنجد أنه أقرب لذلك في منحنى الأداء مع اختلاف بسيط هو ميل خط المنحنى ما بين أقل ضغط وأقصى ضغط ميلاً خفيفاً وسبب هذا الميل هو إزدياد معدل التسرب الداخلي في

والشكل التالي يوضح نفس الدائرة وكيفية تمثيل كافة أجزائها بالرموز حيث يمثل الجزء الأيسر من الشكل أجزاء الدائرة بشكلها الحقيقي ويمثل الجزء الأيمن نفس الأجزاء معبرا عنها بالرموز الهيدروليكية التي تعبر عن أداء كل عنصر فيها .



شكل (١٦ - ٩)

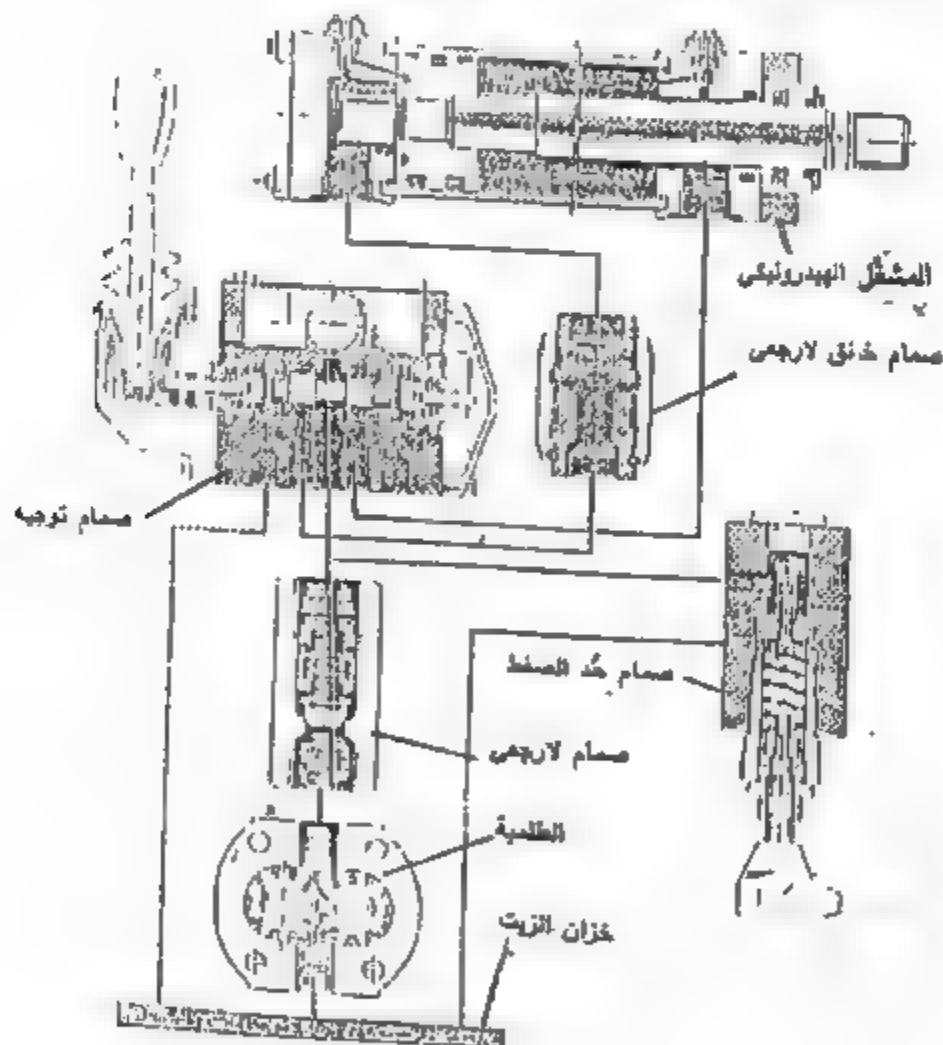
مقارنة هيدروليكية ممثلة بالشكل الحقيقي وبالرموز الهيدروليكية

صمام حد الضغط «الريليف» لمنع ازدياد الضغط في الدائرة عن الحد المطلوب .

نلاحظ في هذه الدائرة أن مضخة الزيت تدفع الزيت في اتجاه واحد من فتحة الخروج إلى صمام التحكم التوجيهي وأنها تستمر في دفع الزيت في هذا الاتجاه طالما استمر دورانها، أما التحكم في اتجاه وضغط وسرعة تدفق هذا الزيت فتقوم به صمامات التحكم الموجودة في الدائرة .

الشكل التالي يوضح مكونات الدائرة الهيدروليكية السابق شرحها بشكلها الطبيعي الذي نجده في الواقع .

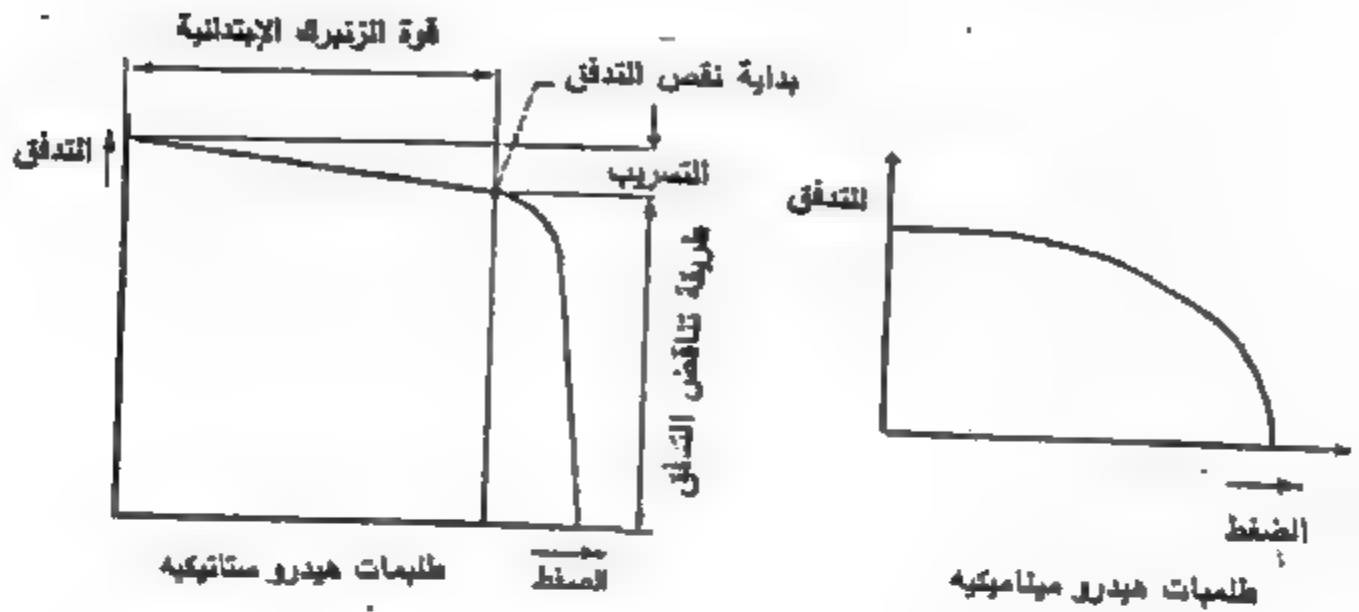
ولكن هذه الدوائر عادة ما يتم تمثيلها بالرموز التي توضح عمل الأجزاء المختلفة دون الدخول في تفاصيل تكوينها .



شكل (١٥ - ٩)

مكونات الدائرة الهيدروليكية البسيطة

المضخة مع إزدياد الضغط . أما المضخات الهيدروديناميكية فنجد أن التناقص الكبير في كمية التدفق يأخذ شكل منحنى له معدل تناقص سريع لأن هذه المضخات عادة ما تعمل عند ضغوط منخفضة نسبياً . انظر الشكل (٩ - ١٧) .



شكل (٩ - ١٧)

مقارنة بين منحنى الأداء للمضخات الهيدروستاتيكية والهيدروديناميكية
وإذا عقدنا مقارنة عامة ما بين المضخات الهيدروستاتيكية والمضخات
الهيدروديناميكية يمكن تلخيصها في النقاط الآتية :

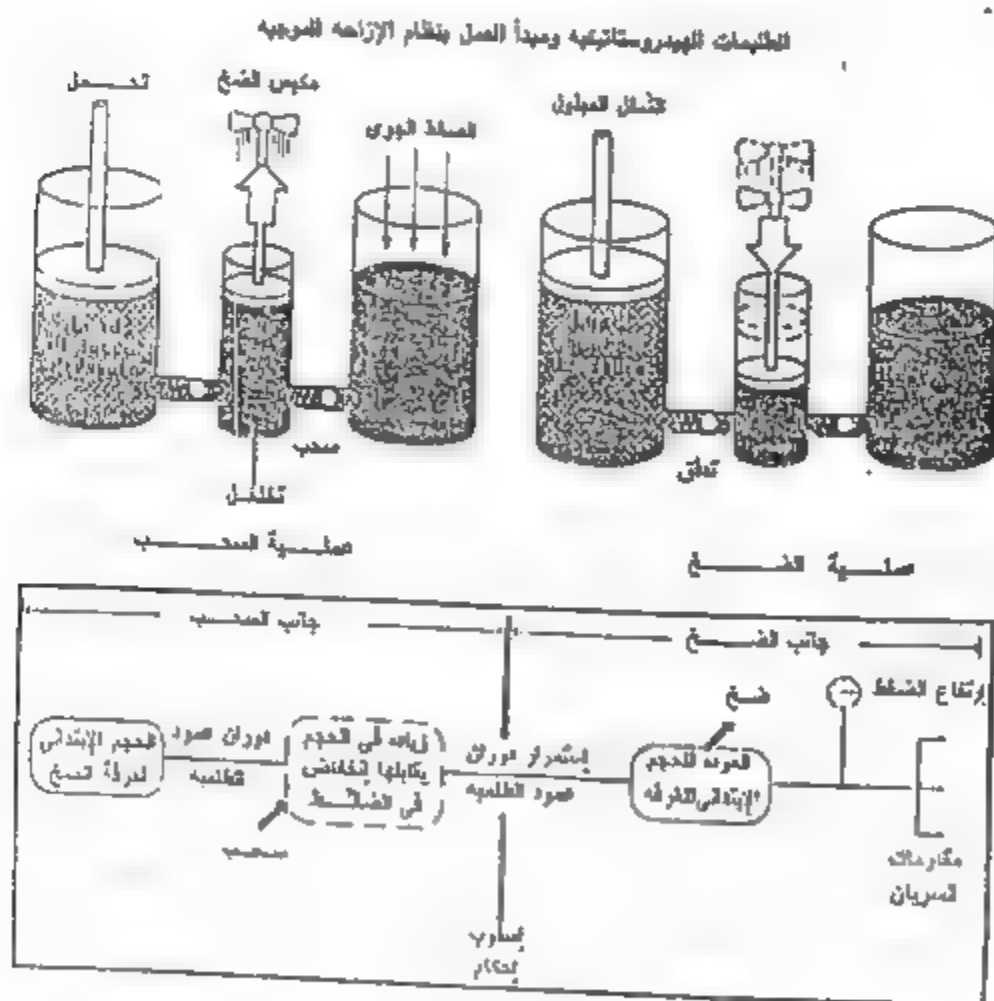
مجال المقارنة	مضخات هيدروستاتيكية	مضخات هيدروديناميكية
مستوى الضغوط	رشيّة ترسيه مكبّه معوريه مكبّه نصف قطريه	حتى ١٧٥ بار حتى ٢٦٠ بار حتى ٤٠٠ بار حتى ٧٠٠ بار
خرج الطلبه	ضغط عالي وتدفق منخفض نسبياً	ضغط منخفض نسبياً وتدفق عالي
الاستخدام	الطلبه الرئيسيه في دولتر التحكم الهيدروليكي	- نقل السوائل - التبريد - الري - الإطفاء

٩ - ١١. المضخات الايجابية (مضخات الإزاحة الموجبة) :

تحتوي المضخة في هذا النوع على غرفة أو أكثر، تمتلئ بالسائل وتفرغ منه دوريا بمعنى أن السائل يدفع دفعا خارج الغرفة ، فإذا تتبعنا دورة واحدة لعامود المضخة لوجدنا أن الغرفة أو الغرف تمتلئ في شوط السحب بحجم من السائل تحدده مقاييس المضخة، ثم يطرد هذا الحجم نفسه عندما يكمل عامود المضخة دورته، ولا تهم تبيعة الضغط الذي تدفع المضخة السائل ضده، إذ لابد أن ينزاح هذا الحجم في كل دورة ، فتصرف المضخة إذن يعتمد على سرعة دوران العامود ويتناسب معها تناسبا طرديا، وكلما زادت سرعة دوران المضخة كلما زاد معدل التدفق بنفس النسبة .

والشكل الآتي يوضح مبدأ العمل لمضخات الإزاحة الموجبة بصفة

عامة .



فكرة عمل مضخات الإزاحة الموجبة

إذا نظرنا لهذا الشكل للبسط المضخة الإزاحة الموجبة نجد أنها تتكون من خزان على الناحية اليمنى ومكبس الضخ فى الوسط واسطوانة للزدى فى اليسار .

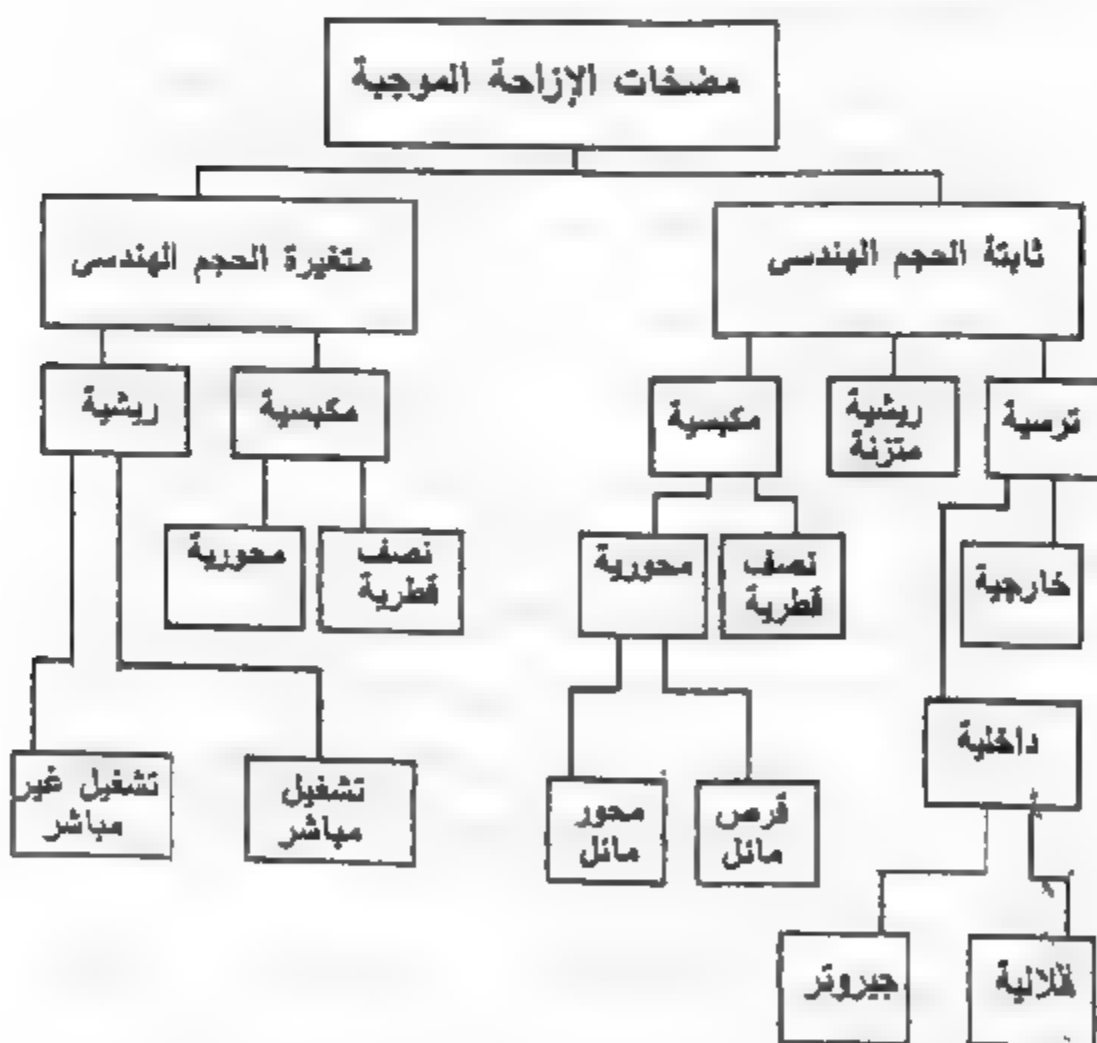
وغرفة السحب والضخ التى ذكرناها هى الفراغ تحت مكبس الضخ، فعند جذب ذراع مكبس الضخ لأعلى كما فى الجزء الأيسر من الشكل يزداد الحجم أسفل للمكبس وينتج عن ذلك تخلخل ، ولأن هذه الغرفة التى قل الضغط بها متصلة بالخزان فإن الضغط الجوى يضغط على سطح السائل بالخزان ليحل محل الفراغ الذى حدث مع صعود المكبس وبذلك تكون غرفة الضخ قد امتلأت بالسائل وتكون قد أتممت شروط السحب . وعندما ندفع عامود مكبس الضخ لأسفل كما فى الجزء الأيمن من الشكل فإننا بذلك نضغط على السائل الموجود فى غرفة الضخ، ولأن الطريق إلى الخزان مغلق بالصمام الموجود على مدخل الخزان فإن السائل لا يجد طريقا أمامه سوى الإندفاع إلى اسطوانة الصل ليفتح الصمام الموجود عند مدخلها ويدفع المكبس لأعلى متغلبا على مقاومته .

هذا ما يحدث أيضا داخل كل مضخة إزاحة موجبة تعمل بدوران عامود الإدارة الذى يأخذ حركته من محرك كهربي أو آلة احتراق داخلية .

فى كل مضخة غرفة ضخ لها حجم ابتدائى، ومع دوران عامود الإدارة يزداد هذا الحجم أى أن الضغط فى هذه الغرفة يقل عن الضغط الجوى المحيط فيدخل السائل داخل الغرفة بتأثير الضغط الجوى عليه ويدفعه ليحل محل الفراغ الذى نشأ بزيادة حجم غرفة الضخ ، ثم يحبس هذا الحجم داخل الغرفة ولا يتسرب خارجها بفعل وسائل الإحكام التى تتمثل فى الخلوصات بالغة الصغر وموانع التسرب التى تعيط بهذه الغرفة ، ثم يستمر عامود إدارة المضخة فى دورانه ليسبب بطريقة أو بأخرى نقصان حجم هذه الغرفة للملوءة بالسائل ولا يجد هذا السائل طريقا غير مخرج المضخة ليدفع خارجا منه لأن طريق العودة إلى الخزان

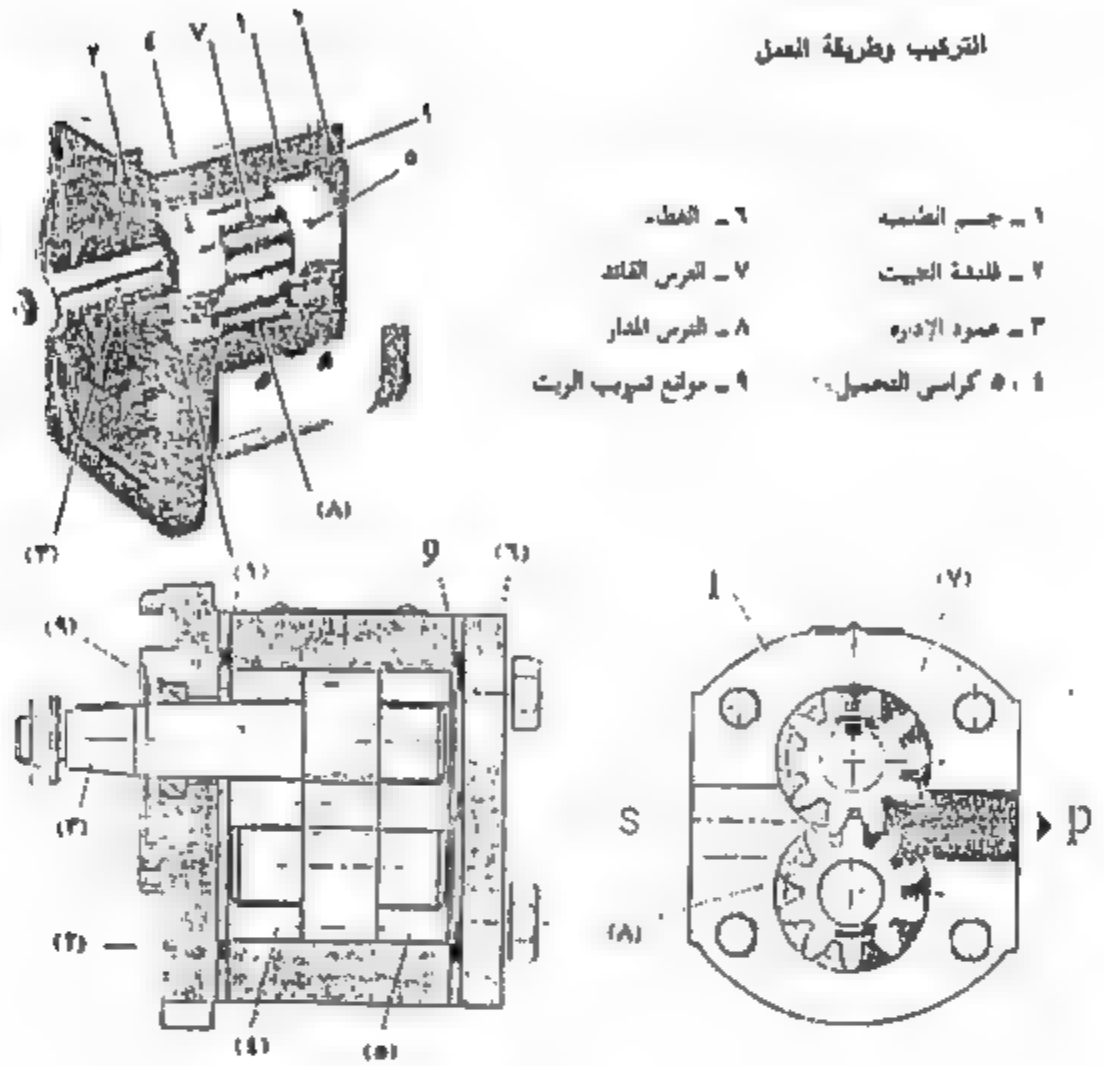
مسدود أمامه بفعل وسائل الإحكام المختلفة ، ومع عودة حجم غرفة الضخ لوضعه الأساسى تكون المضخة قد أخرجت حجما من السائل يساوى حجم غرفة الضخ ، يخرج هذا السائل فى كل مرة يفرغ فيها غرفة الضخ (أو غرف الضخ) إلى حيث يملأ فراغ غرف المشغل (الإسطوانة أو المحرك الهيدروليكى) فإذا قابل مقاومة نتيجة لحمل أو احتكاك فى الأجزاء المتحركة ارتفع الضغط فى خط الضخ ولكن المضخة تستمر فى ضخ السائل رغم هذه المقاومة طالما استمر دورانها ، وبذلك يرتفع الضغط ما بين مخرج المضخة والمشغل حتى يتم التغلب على تلك المقاومة ويتحرك المشغل .

٩ - ١٢ أنواع المضخات الهيدروليكية :



شكل (٩ . ١٢) مخطط لأنواع المضخات الهيدروليكية

٩ - ١٢ المضخة الترسية الخارجية :



شكل (٩ - ٢٠)

أجزاء المضخة الترسية ذات التشبيك الخارجى

تتكون المضخة من حجم به تجويف للترسين . ويتصل هذا التجويف بفتحتى الدخول والخروج ، ويدخل الجسم ترسين تعشق إسنانهما من الخارج، ويدور أحد الترسين عن طريق عمود إدارة ويسمى الترس المدير ، أما الترس الآخر (المدار) فتتم إدارته عن طريق أسنان الترس المدير، والخلوص ما بين الجسم والترسين صغير جد بحيث يحقق

الإحكام للزيت فلا يمر من جانب الضغط المرتفع إلى جانب السحب
ومناك قرصان ضاغطان على جانبي الترسين لإحكام غرف الضغ
المحصورة ما بين كل مستتين وجسم المضخة بحيث يكمل القرصان
الضاغطان إغلاق غرف الضغ من أعلا وأسفل .

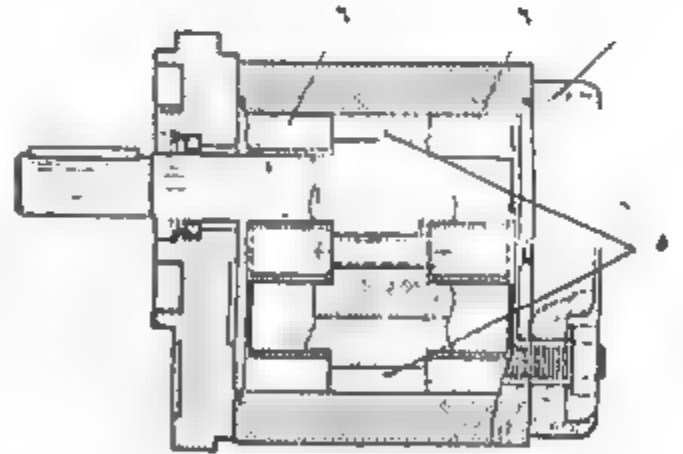
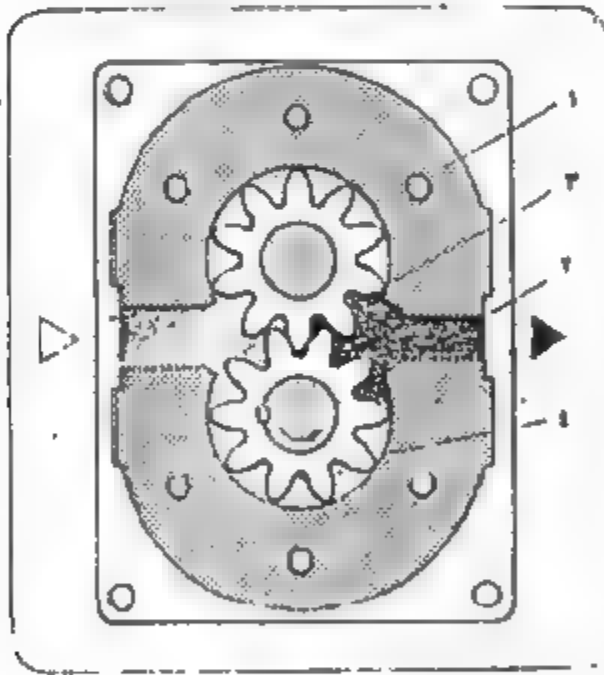
٩ - ١٤ طريقة عمل المضخة الترسية ذات التروس الخارجية :

بدوران الترسين في اتجاه السهم الموضح بالرسم يحدث انفصال
للأسنان في منطقة التعشيق المشترك ، وينتج عن خروج سنّة الترس من
التجويف الذى كانت تملأه زيادة في حجم الفراغ مماثل تماما لعملية سحب
مكبس الضغ في المضخة الموضحة في شكل (٩ - ٢١) بمعنى أن خروج
السنّة من مكان تعشيقها يحدث عملية خلخلة (ضغط منخفض) يندفع
على اثره الزيت من الخزان بفعل الضغط الجوى ليملا هذه المنطقة ذات
الضغط المنخفض وباستمرار دوران الترسين يتم حصر كمية من الزيت
في كل تجويف يحده من الأمام جسم المضخة ومن أعلى وأسفل الأقراص
الضاغطة وبذلك تنتقل هذه الكمية مع أسنان كل ترس لتدور معه إلى أن
تصل إلى الناحية الأخرى فتبدأ أسنان الترسين في التعشيق مع بعضها
البعض مرة أخرى فتطرده كل سنّة من أسنان الترس كمية زيت مساوية
لحجمها خارج التجويف الذى ستعشق فيه ، ولا تجد هذه الكمية من
الزيت طريقا للخروج سوى فتحة الضغ (P) لتخرج منها نظرا لصففر
الخلوص ما بين أسنان الترس وجسم المضخة من جهة كما أشرنا ، وكذلك
لإحكام قرصى الإحكام على أسنان الترسين من أعلى وأسفل من جهة
أخرى ، وبذلك تندفع كمية من الزيت مساوية لحجم التجويف بين الأسنان
في كل مرة تعشق فيها أحد أسنان الترسين في الآخر ، وبذلك تخرج من
المضخة دفعات متتابة من الزيت مع استمرار الدوران .

إذا نظرنا إلى قطاع المضخة الموضح شكل (٩ - ٢١) نجد أنه ابتداء
من وضع معين في تعشيق الأسنان تمنع الأسنان المتعاسة اتصال تجاويف

الأسنان مع خط الطرد قبل تمام تفريغ التجاويف من الزيت الموجود بها .
 فإذا لم يجد هذا الزيت المحصور مسارا يندفع منه خارج تلك التجاويف فإن
 استمرار الدوران يزيد من تداخل الأسنان وضغطها على هذا الزيت
 المحصور في مكان مغلق ، فتتولد نتيجة لذلك ضغوط شديدة الإرتفاع
 تؤدي إلى اهتزاز المضخة بشدة وتتذبذب سرعتها الدورانية .

لذلك نجد أن المصممين قد وضعوا حلا لذلك الإشكال بعمل فتحات
 عند جانبي القرصين الضاغطين رقم (٦) في شكل (٩ - ٢١) بحيث
 تسمح هذه الفتحات لهذا الزيت المنضغط والمحصور بأن يسرى إلى غمرة
 الضغط .

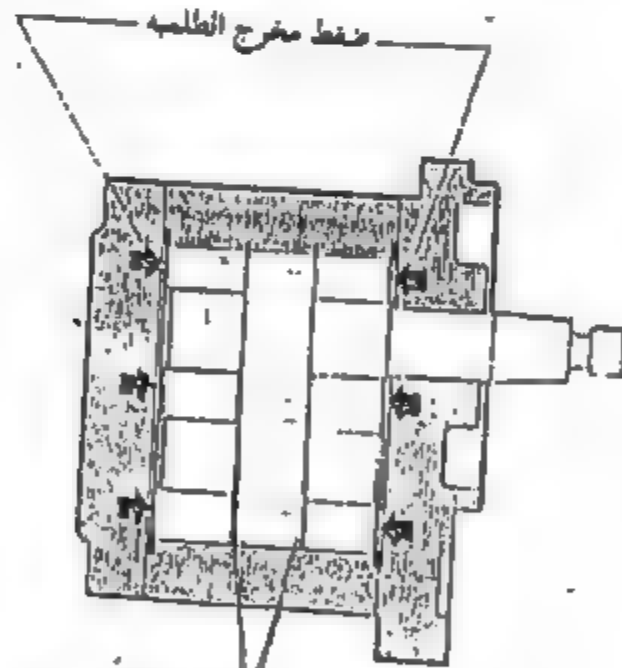


شكل (٩ - ٢١)

مقطع طولى وعرضى فى مضخة ترسبة

كما أن هناك نقطة هامة أخرى تتمثل في الخلوص ما بين القرصين الضاغطين رقم (٦) في الشكل (٩ - ٢١) والترسين رقم (٥) فهذا الخلوص يجب أن يحقق غرضين متناقضين أن يكون صغيرا بحيث يؤدي إلى الإحكام وأن يكون كبيرا بدرجة تقلل الاحتكاك بين الترسين والقرصين الضاغطين ، فإذا زاد الخلوص قل الاحتكاك وزاد التسرب وإذا قل الخلوص زاد الاحتكاك وقل التسرب لذلك فقد تم التوصل إلى حل لا يجعل هذا الخلوص ثابتا حتى لا يحدث تآكل مع الاستعمال وذلك بجعل هذا الخلوص متناسبا مع الضغط الذي يقاوم خرج المضخة .

يتمثل هذا الحل في توصيل خط ضغط المضخة خلف القرصين الضاغطين بحيث يدفعهما تجاه الترسين ، وبالتالي يتم ضبط الخلوص الجانبي بين القرص الضاغط والترس تلقائيا حسب الضغط في الدائرة فإن زاد الضغط في الدائرة زاد بالتالي خلف القرص الضاغط وأحكم الخلوص بينه وبين الترس وقل التسرب وبذلك نضمن كفاءة التشغيل دائما .



الخلوص الجانبي (المحوري)

شكل (٩ - ٢٢)

كيفية المحافظة على الخلوص بين الترس والقرص الضاغط

٩ - ١٥ مميزات المضخة الترسية :

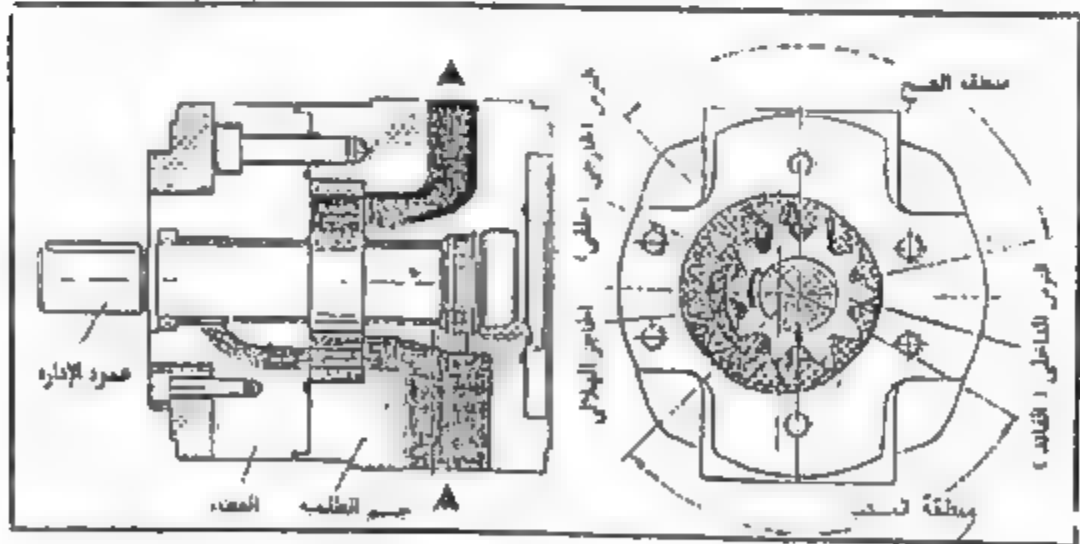
- تعمل عند ضغط مرتفع نسبيا بالنسبة لوزنها (حتى ٢٥٠ بار).
- رخص ثمنها نسبيا عن باقي الأنواع الأخرى .
- تعمل في مجال واسع من درجات الحرارة ولزوجة الزيت وسرعات الدوران.

٩ - ١٦ التآكل في المضخة :

نظرا لأن الضغط دائما يكون على خط التصريف فإن الضغط دائما تكون واقعة على أسنان وجسم الترسين من ناحية المخرج وبالتالي تميل القوة المتولدة عن هذا الضغط إلى دفع الترسين إلى ناحية خط السحب وعادة ما يكون التآكل في المحامل من ناحية السحب وبالتالي نجد أن التآكل الناتج عن احتكاك الأسنان بالجسم يحدث أكثر في ناحية المدخل نظرا لتأثير الضغط على الناحية المقابلة

لذلك عند فحص هذه النوعية من المضخات يجب التأكد من قياس الخلوص ما بين أسنان الترسين والجسم من ناحية المدخل بصفة خاصة

٩ - ١٧ المضخة الترسية تعشيق داخلي :



شكل (٩ - ١٧)

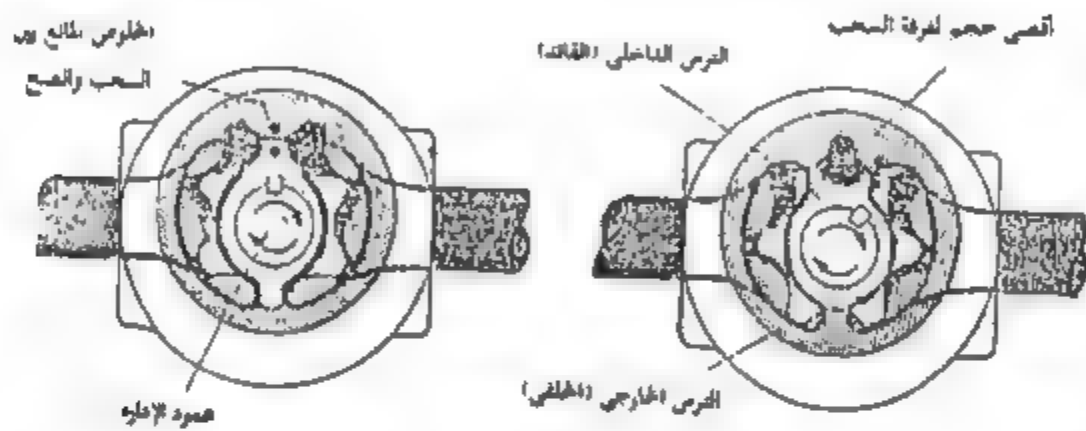
مقطع طولى وعرضى في مضخة ترسية ذات تعشيق داخلى

تتكون المضخة من الجسم ويدور داخله ترسين (٤ ، ٥) معشيقين تعشيقا داخليا ، وينحرف مركز الترس الداخلى (٥) عن مركز الترس الخارجى قليلا ، بين الترسين والجسم خلوص صغير جدا حتى لا يحدث تسرب عكسى للزيت ، يدور الترس الداخلى فيدور معه الترس الخارجى فى نفس اتجاه الدوران ، عند انفصال التروس مع الدوران تتسع الفراغات بين الأسنان ويشبه ذلك كما ذكرنا عمليه سحب الكباس داخل اسطوانة مما يؤدى إلى حدوث خلخلة فى الناحية التى يحدث فيها زيادة فى الفراغ ما بين الأسنان وبذلك يندفع الزيت إلى هذه المنطقة داخل المضخة فيما نسميه عملية سحب الزيت ويملا هذا الزيت الفراغات ما بين الترسين وباستمرار دوران الترسين معا يمتلئ كل فراغ بالزيت ولأن الترس الداخلى يدور حول مركز يبتعد عن مركز الترس الخارجى فقد أدخل فى هذه النوعية من المضخات جزء هلالى (٦) فى الشكل وفائدة هذا الجزء العمل كحاجز بين كل من غرف الترس الداخلى وغرف الترس الخارجى المملوءتين بالزيت ليتم حجز هذه الكميات وبقائها محصورة ما بين الترس والحاجز الهلالى ، تبدأ أسنان الترسين فى التعشيق معا مرة أخرى فتطرد كل سنة منها الزيت الموجود ما بين سنتين من أسنان الترس الآخر لتندفع هذه الدفعات من الزيت فى مخرج المضخة باستمرار ، وتمنع أسنان الترسين المتداخلة فى مواجهة الحاجز الهلالى ارتداد الزيت أو تسربه من ناحية الضغط المرتفع إلى غرفة السحب ذات الضغط المنخفض وكذلك يمنع الحاجز الهلالى المحكم الخلوص تسرب الزيت ما بين أطراف أسنان الترسين إلى الناحية الأخرى وبذلك تنفصل ناحية الضغط المرتفع عن ناحية السحب طول الوقت .

٩ - ١٨ مضخة القلب الدوار (جيروتر) :

تشبه هذه المضخة المضخة ذات التعشيق الداخلى غير أنها لا تحوى حاجزا هلاليا وقد استعويض عن ذلك بجعل الترس الداخلى بمس أسنان

الترس الخارجى باستمرار ويظهر ذلك فى الشكل (٩ - ٢٤) الذى يمثل مضخة القلب الدوار حيث نلاحظ أن عدد أسنان الترس الداخلى تقل بمقدار سنة واحدة عن أسنان الترس الخارجى ، وأن أسنان الترس الخارجى مشكلة على هيئة أقواس لكى تحقق التلامس الدائم بينها وبين أسنان الترس الداخلى وبهذا يتم فصل غرف الضخ عن بعضها البعض وكذا عزل منطقة الضخ عن منطقة السحب حتى لا يعود الزيت ذو الضغط المرتفع إلى خط السحب مرة أخرى .

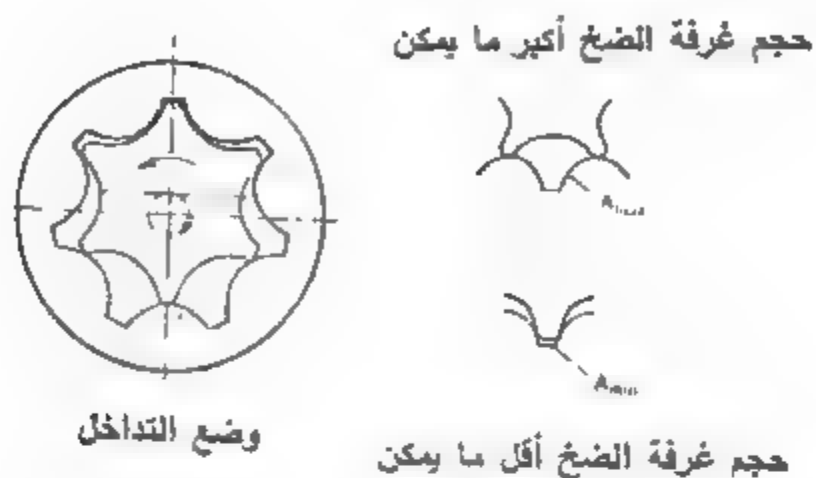


شكل (٩ - ٢٤)

مضخة القلب الدوار

وتعمل هذه المضخة بنفس المبدأ السابق شرحه فى النوعين السابقين حيث يبدأ الفراغ ما بين أسنان التروس فى التزايد مع دوران الترسين معا كما هو موضح بالشكل (٩ - ٢٥) مما يخلق خلخلة تتسبب فى سحب الزيت لهذه الغرفة ، ثم يظل الزيت بها محصور بين أسنان الترسين حتى تعاود أسنان الترس الداخلى بروتها داخل الغرفة وتطرد ما بها من زيت فى خط الضخ ويتوالى الدوران وحدث التخلخل

والتضاغط في غرف الضخ يتوالى تدفق الزيت خارج المضخة وتعتاز هذه المضخة بكونها أكثر نعومة في تعشيق الترسين وبالتالي فإن الضوضاء الناتجة عنها تقل كثيرا عن النوعيات لترسية الأخرى .

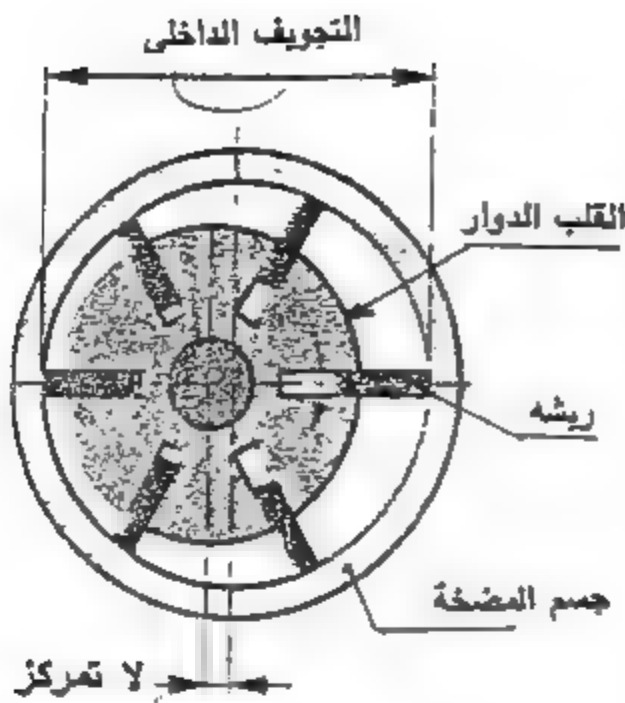


شكل (٢٥ . ٩)

كيفية تزايد ونقصان حجم غرفة الضخ في مضخة القلب الدوار

وعن عيوبها فإن عدم انزائها ديناميكيا يعد أول هذه العيوب وذلك لأن المنطقة ذات الضغط المرتفع تؤثر على أجزاء المضخة المتحركة وعلى الجسم أيضا من اتجاه واحد فقط ولا تقابله قوى موازنة ، كما أن الترس الحلقى الخارجى لابد من توصيل الزيت إلى محيطه الخارجى الذى يلامس فيه جسم المضخة فى تجويف دائرى ، فلكى نضمن دوام التزليق ما بين الجسم والترس الحلقى الخارجى فلا بد من توصيل الزيت ما بينهما لتكوين طبقة رقيقة من الزيت وإبقائها تحت ضغط باستمرار لذلك فإن هذه النوعية من المضخات لا تناسب ظروف العمل تحت ضغوط منخفضة لأن الزيت ذو الضغط المنخفض سوف لا يضمن تكون هذه الطبقة وبالتالي يتآكل الجسم والترس الحلقى بسرعة .

٩ - ١٩ المضخة الريشية :

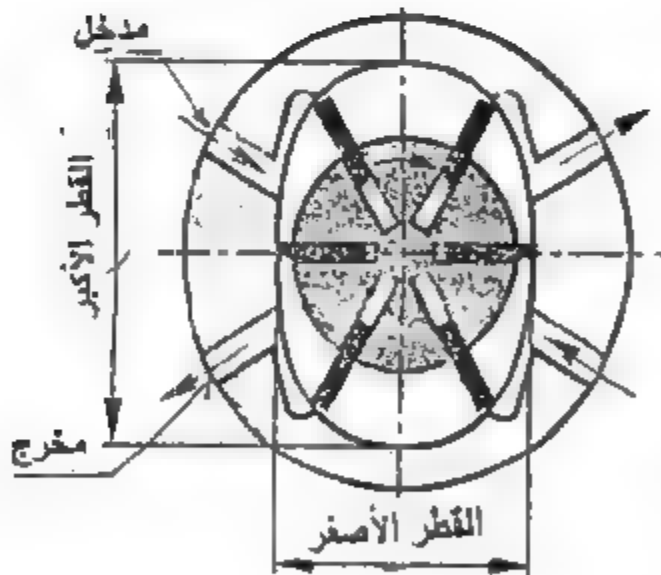


شكل (٩ - ٢٦)
أجزاء المضخة الريشية

تتكون المضخة الريشية من جسم به تجويف دائري يدور داخله قلب اسطوانى به تجاويف قطرية ، وفى هذه التجاويف تثبت الريش المتحركة فهذه الريش تتحرك تجاه محيط القلب الدوار مرة وتجاه مركز القلب الدوار مرة أخرى وتتردد ما بين هذين الوضعين باستمرار طالما ظل القلب الدوار فى حالة دوران .

ونلاحظ فى الشكل أن مركز دوران القلب الدوار مرحل عن مركز التجويف الدائري المحيط به .

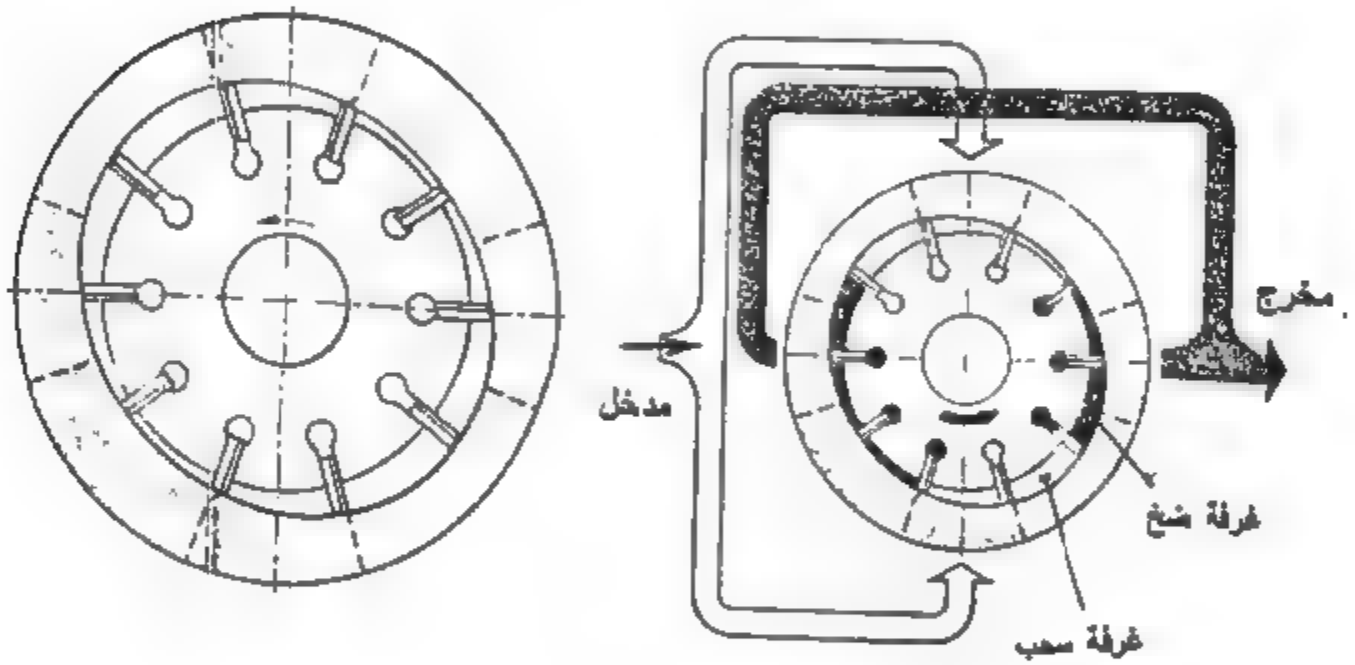
٩ - ٢٠ طريقة عمل المضخة الريشية :



شكل (٩ - ٢٧)
مضخة ريشية متزنة ديناميكيا

مع دوران القلب الدوار وبفعل قوى الطرد المركزي تندفع الريش لتلامس سطح تجويف الجسم باستمرار ، ونظرا لاختلاف مركز دوران القلب الدوار عن مركز تجويف الجسم تنشأ ما بين كل ريشتين والسطح الداخلى للجسم و سطح القلب الدوار غمرفة يزداد حجمها مع الدوران فيقل الضغط بها فسيندفع الزيت داخلها عند

وصولها لا أقصى حجم ثم يظل هذا الزيت محصورا داخل الغرفة حتى اكتمال دورانها للجهة المقابلة حيث يقترب القلب الدوار من الجسم وبالتالي يقل حجم الغرفة ويطرد الزيت الموجود بها إلى فتحة الخروج ويتوالى دوران القلب الدوار يتوالى تدفق الزيت من كل غرفة نظرا لأن المضخة الريشية بشكلها السابق غير متزنة ديناميكيا فقد استحدث تصميم آخر يتلافى ذلك العيب وذلك بجعل تجويف الجسم بيضاويا بدلا من الشكل النائري الأول ونتيجة لذلك يتكون فى المضخة منطقتان للتخلخل ومنطقتان للتضاغط ويصبح لمنطقة الضغط المرتفع منطقة مقابلة تواجهها وتعادل القوى الصادرة منها .

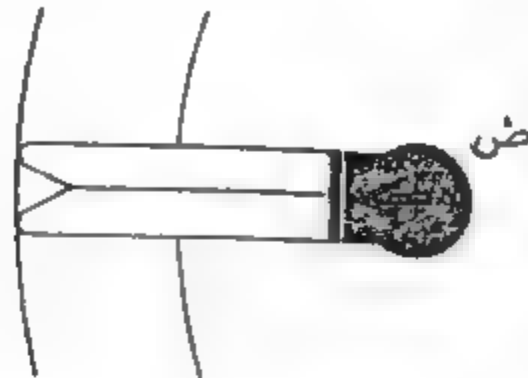


شكل (٩ - ٢٨)

توصيل غرفتي السحب والضغط فى المضخة الريشية المتزنة

أما غرف السحب والضغط المتماثلة فيتم توصيل كل زوج منها بحيث يكون للمضخة خط سحب واحد وخط ضغط واحد يتجمع عنده ناتج تدفق غرفتي الضغط للتقابلتين، ولكي نتأكد من استمرار ملاصقة الريش

لسطح الكامة الداخلى فإن التجويف الموجود خلف الريش يتم ترصيده بـخط الضغط بحيث يتواجد الزيت بنفس الضغط الموجود فى الدائرة خلف الريش ويؤثر عليها بقوة تدفعها للتلامس الدائم مع حافة الكامة الداخلية .

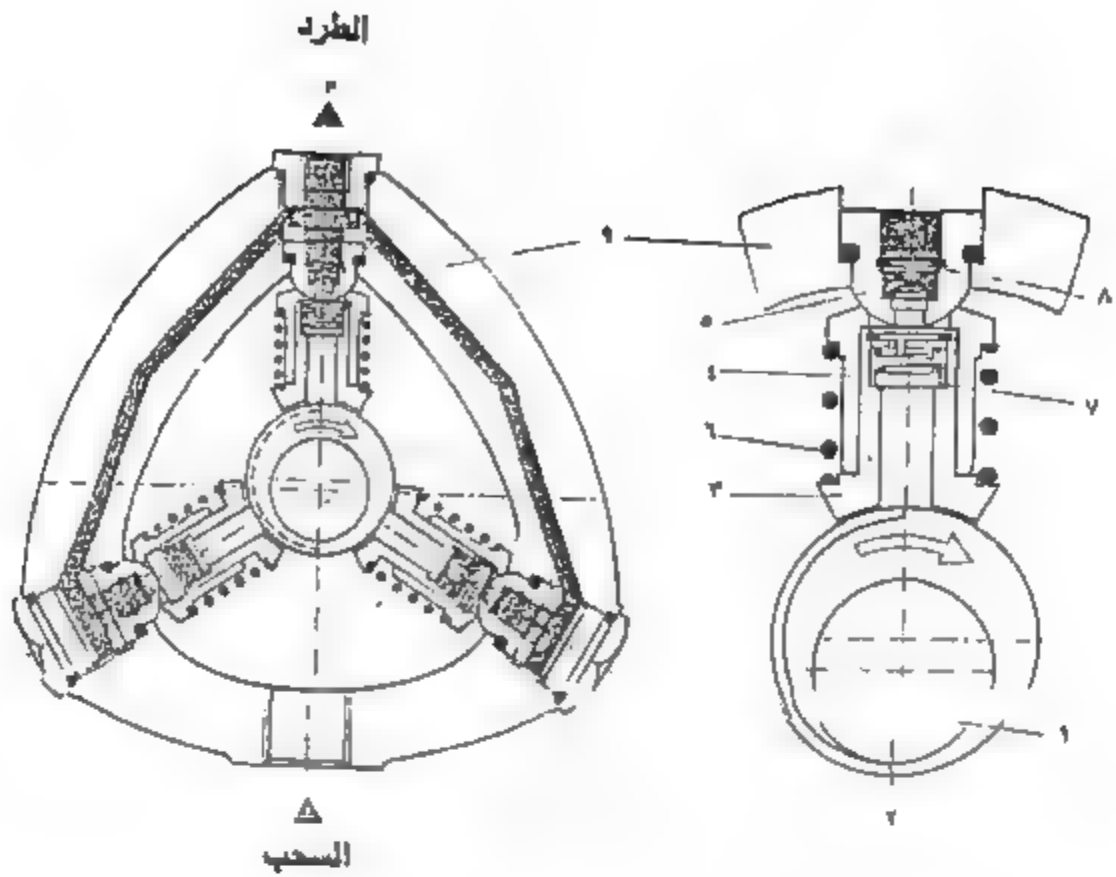


شكل (٢٩ . ٩)

التأكد من استمرار تلامس الريشة مع الكامة بتوصيل ضغط الزيت خلفها

٩ - ٢٩ المضخات المكبسية نصف القطرية :

ترتّب الكباسات فى المضخات الكبسية نصف القطرية على شكل نجمة وفى اتجاه نصف قطرى بالنسبة لعمود الدوران وبهذا تكون حركة الكباسات دائمة فى اتجاه نصف قطرى ما بين مركز المضخة ومحيطها الخارجى ، ويتم التحكم فى شوطى السحب والطرء عن طريق صمامات وتتكون المضخة شكل (٩ - ٣٠) من الجسم (٩) وعمود إدارة لا محورى (١) وعناصر الضخ وهى ثلاثة فى هذا النموذج ولكنها قد تكون أكثر من ذلك ويتكون كل عنصر ضخ من كباس (٣) ينزلق داخل اسطوانة (٤) ويؤثر عليه يابى (٦) لإبقائه ملامسا لكامة عمود الإدارة كما يوجد داخل كل عنصر صمام سحب (٧) .



شكل (٣٠ - ٩)

المضخة المكبسية نصف القطرية

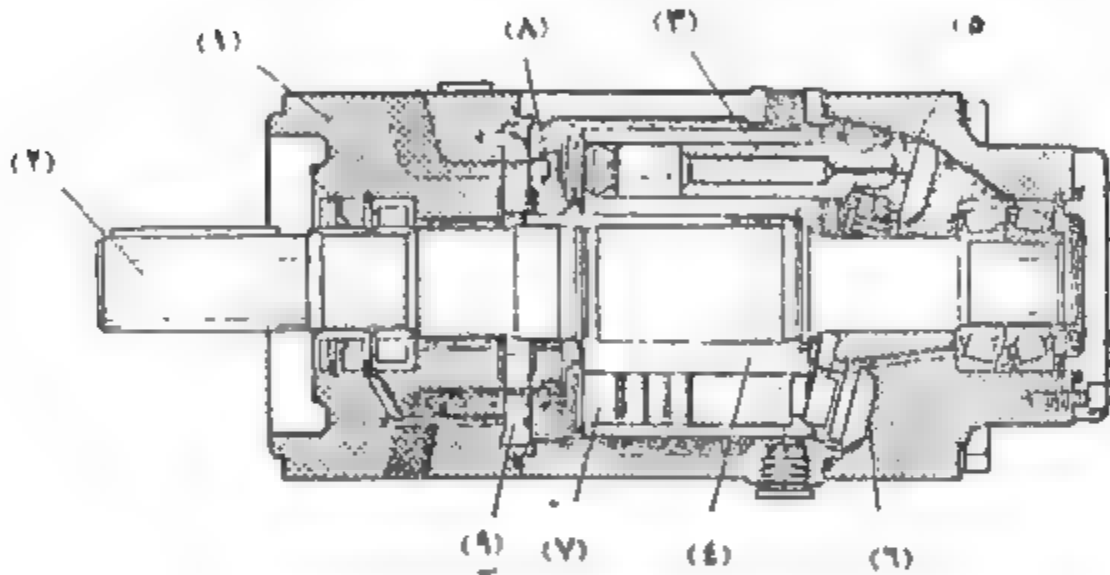
طريقة عمل المضخة :

عند دوران العمود رقم (١) تبدأ المسافة ما بين سطح المكبس (٣) ومركز دوران الكامنة اللامتمركزة (٢) في النقصان وبذلك يبدأ المكبس في الانزلاق لأسفل تجاه المركز مكونا منطقة تخلخل خلف الصمام رقم (٧) وبذلك يدخل الزيت لملء الفراغ فوق الصمام (٧) وبوصول المكبس لأقصى إزاحة لأسفل يصل حجم الغرفة المملوءة بالزيت فوق الصمام (٧) لأقصى حجم ثم باستمرار دوران الكامنة تبدأ الكامنة في دفع المكبس (٣) لأعلى مرة أخرى ويضغط على الزيت المحصور في الغرفة بحيث يضغط على صمام التوريد رقم (٨) في الوقت الذي يغلق صمام السحب رقم (٧) بفعل

ضغط الزيت المحصور داخل الغرفة وبذلك تندفع كمية الزيت خارج المضخة وبالمثل العمل لباقي عناصر الضخ الأخرى بالتوالى .

وعادة ما تحوى هذه النوعية عدد مفردا من عناصر الضخ ٢ ، ٥ ، ٧ ، ٩ ذلك لأن التذبذب فى الدفعات الخارجة من المضخة ذات العدد الفردى يقل عن مثيله فى المضخات ذات عناصر الضخ الزوجية .
وتمتاز هذه المضخة بإمكان عملها فى الدوائر ذات الضغوط المرتفعة التى تصل إلى ٧٠٠ بار .

٩ - ٢٢ المضخات المحورية ذات القرص المائل :

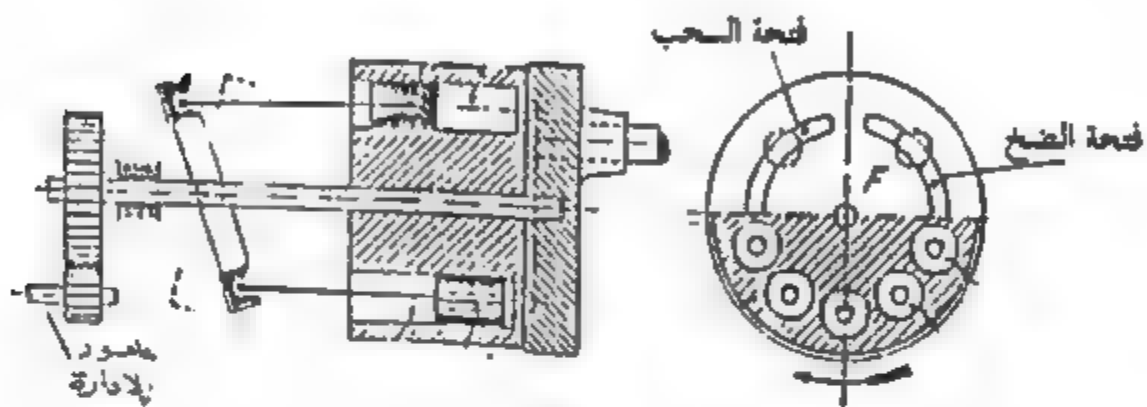


شكل (٩ - ٢١)

المضخة المحورية ذات القرص المائل

تتكون هذه المضخة من جسم ثابت (١) ويدخله قلب دوار (٤) على هيئة أسطوانة بها عدد فردى من الكباسات (٢) موزعة على محيط القلب الدوار ويدير عمود الإدارة (٢) هذا القلب ومعه المكابس التى توازى محور دوران العمود ، تصمم نهايات الكباسات بحيث تستند على القرص المائل (٦) عن طريق وسائل متصلة بالكباس عن طريق وصلة عامة الحركة .

وعند إدارة عامود المضخة تدور الاسطوانة (٤) حاملة الكباسات ولأن نهايات الكباسات ملامسة للسطح المائل (٦) فإن كل كباس يتحرك حركة ترددية طولية في اتجاه محوري في كل مرة يدور فيها ، وبذلك يكون المكبس في حالة سحب عند وجوده في أقصى وضع للخارج وفي وضع ضيق عند وجوده في أقصى وضع للداخل. ويتم التحكم في دخول وخروج السائل من المضخة عن طريق فتحتان في قرص التحكم (٩) كل فتحة منهما على شكل كلوى انظر الشكل (٩ - ٣٢)



شكل (٩ - ٣٢)

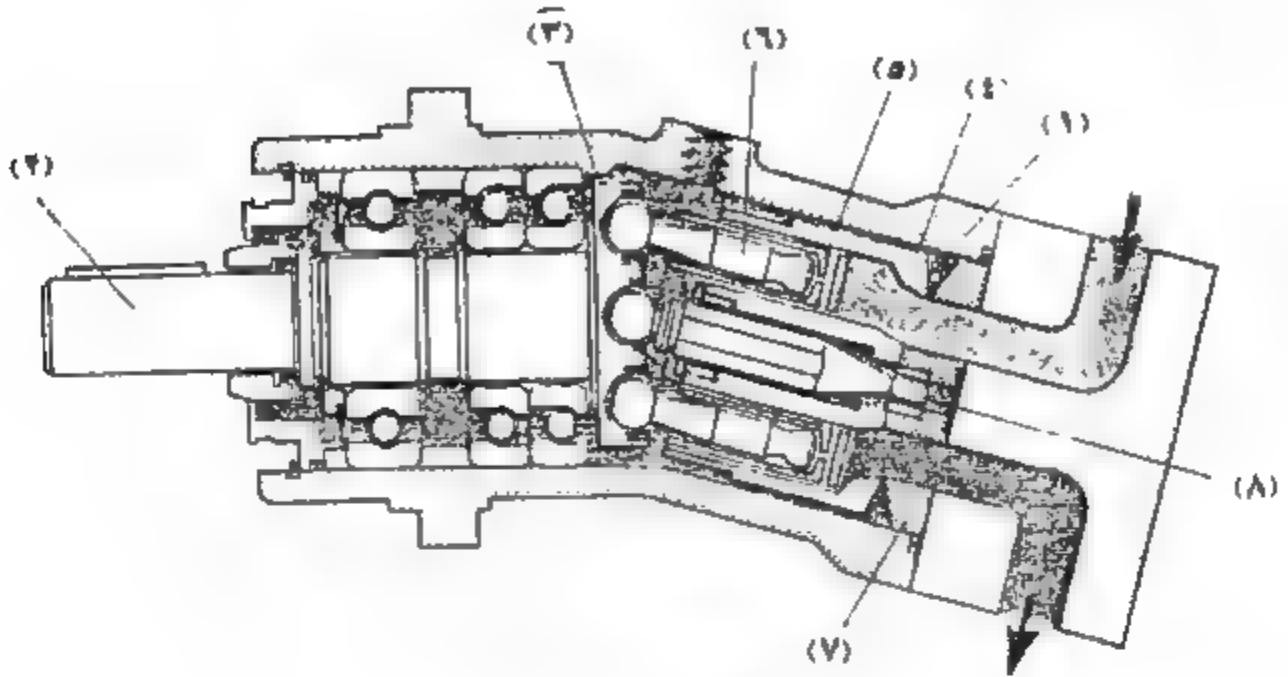
قرص التحكم وفيه فتحة السحب والضيق على شكل كلوى وتعمل هذه النوعية من المضخات المحورية في الدوائر حتى ضغوط

٤٠٠ بار

٩ - ٣٢ المضخة الكبائية المحورية ذات المحور المائل :

تتكون هذه المضخة من الجسم (١) وعمود الإدارة (٢) والقرص (٣) المتعاقد مع محور دوران عامود الإدارة ، أما الاسطوانة المنحركة (٤) التي تحوى في داخلها الكباسات (٥) فتتصل بالقرص عن صريق نهايات الكباسات بحيث يشكل وضعها المائل مجالا لتحريك الكباسات في حركة

ترددية أثناء دوران الاسطوانة مع القرص ، وترتكز الاسطوانة من مركزها على عامود محوري (أ) .



شكل (٩ - ٣٣)

المضخة المحورية ذات المحور المائل

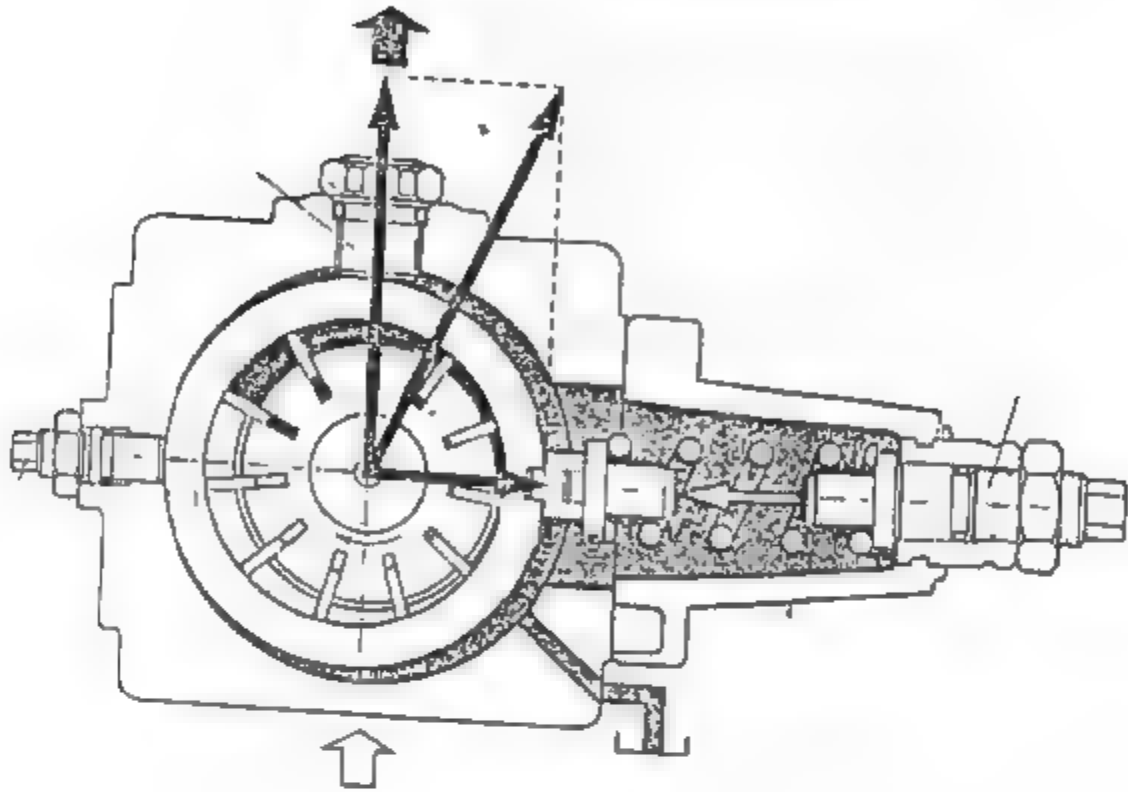
عند دوران عامود المضخة يدور معه كل من القرص (٢) والاسطوانة (٤) ومعها كل الكباسات ونظرا لميل محور دوران الاسطوانة فإن الكباسات تعمل حركة ترددية مع كل دورة يدخل معها السائل في وضع أقصى إزاحة ويطرده في وضع انضغاط الكباس للداخل ، وتزود المضخة أيضا بقرص تحكم (٧) به فتحات كلوية إحداها أمام المكابس التي تنسحب للداخل وتقوم بشروط السحب وهي فتحة السحب والأخرى أمام المكابس التي تندفع للخارج بشروط الضخ وهي فتحة الطرد .

٩ - ٢٤ المضخات متغيرة الإزاحة :

المقصود بهذا التعبير وجود امكانية أو آلية بالمضخة يمكن عن طريقها تغيير كمية الزيت المتدفق من المضخة مع ثبات سرعة الدوران أو بمعنى آخر تعبير الحجم الهندسي للمضخة بحيث تعطى كمية من الزيت

تتراوح ما بين الصفر وأقصى حجم هندسى يمكن اخراجه من المضخة
وسنورد أمثلة لهذه النوعية من المضخات .

٩ - ٢٥ المضخة الريشية متغيرة الحجم الهندسى :



شكل (٩ - ٢٥)

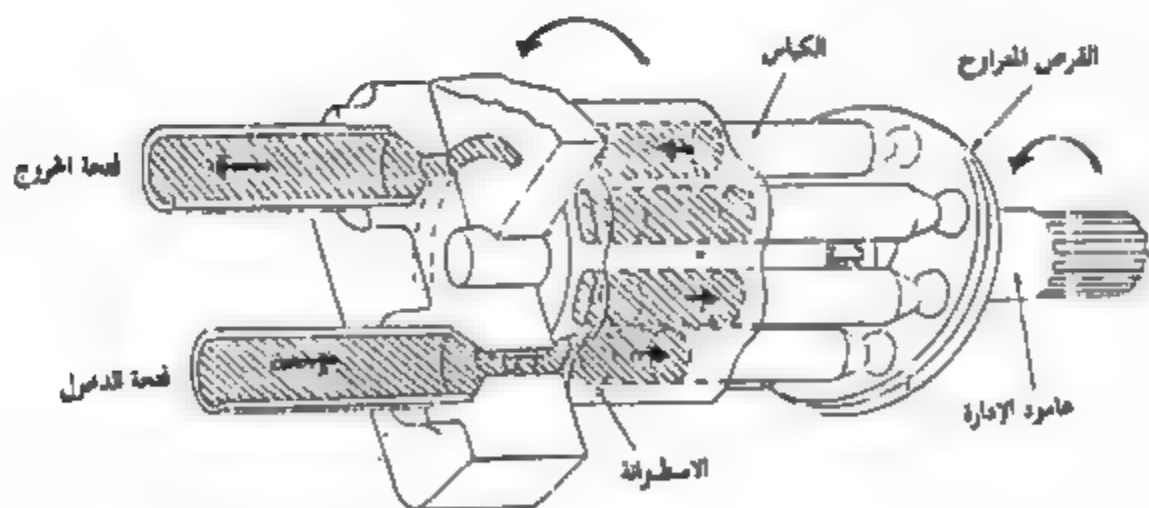
مضخة ريشية متغيرة الحجم الهندسى عن طريق تحريك الكامة

تختلف هذه المضخة عن النوعية ثابتة الحجم الهندسى فى إمكان
تحريك الكامة التى ترتكز عليها ريش المضخة، فكما ذكرنا فى توضيح
نظرية عمل المضخة الريشية أن عمل هذه المضخة يعتمد على وجود
إختلاف أو ترحيل فى مركز دوران القلب الدوار حامل الريش ومركز
الكامة المحيطة به، وهذا الفارق بين المركزين هو الذى يتسبب فى تكون
غرف يزيد حجمها ثم يتناقص مع استمرار الدوران ، فإذا تم التحكم فى
وضع الكامة بحيث يمكن تحريكها بطريقة مستعرضة تؤدي إلى تغيير
المسافة ما بين مركزى الكامة والقلب الدوار أدى ذلك إلى تغير حجم الغرف

الخاصة بالسحب والطرء، فإذا اتحد مركز الكامة مع مركز القلب الدوار تلاشت الزيادة والنقصان في حجم غمرق الضخ وتوقفت المضخة عن السحب والطرء، وبترحيل الكامة إلى اليسار « انظر الشكل » يبدأ تكون الغرف المتزايدة الحجم ما بين الكامة والقلب الدوار وكلما زاد الفرق ما بين المركزين كلما زاد تصريف المضخة حتى تمام الوصول لأقصى إزاحة لها. وبذلك تعطى المضخة أقصى حجم هندسى لها. ويتم التحكم في الكامة عن طريق ضغط التشغيل الذى يؤثر على الكامة المتحركة فينقلها من أقصى وضع للاتركز إلى وضع جديد يقل فيه الفرق بين المركزين وبذلك يقل الحجم الهندسى للمضخة وعند انقطاع حاجة المستخدم للمسائل يرتفع الضغط ويتغلب على قوة الرباى فتتحرك الكامة إلى الوضع المركزى وينعدم التدفق الخارج من المضخة وفى هذه الحالة يتم الاحتفاظ بضغط التشغيل وتقوم المضخة بتعويض الفقد الناتج عن التسريب فقط .

٩ - ٢٦ المضخة المكبسية المحورية متغيرة الحجم الهندسى :

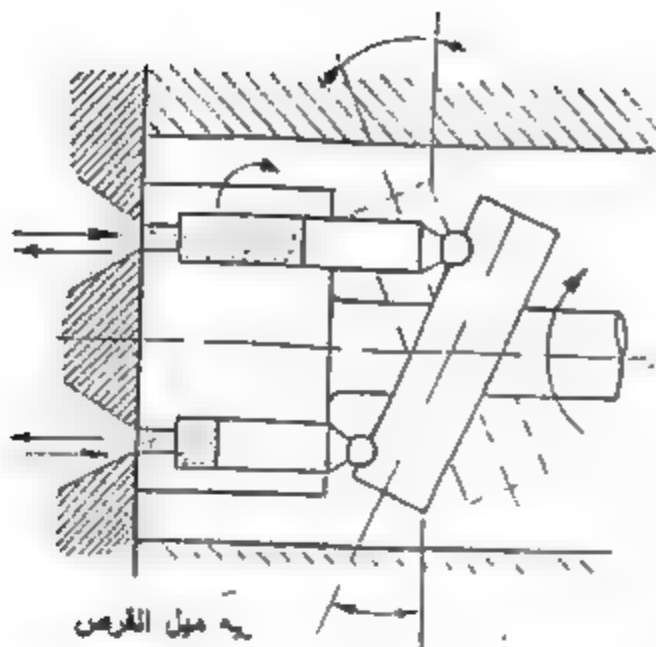
١ - ذات القرص المتراوح :



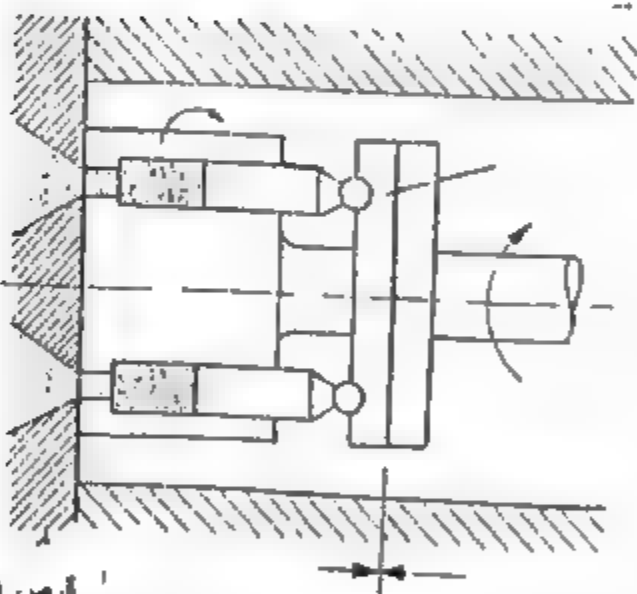
شكل (٩ - ٢٥)

مضخة محورية يتم تغيير حجمها الهندسى عن طريق

تغيير زاوية ميل القرص المتراوح

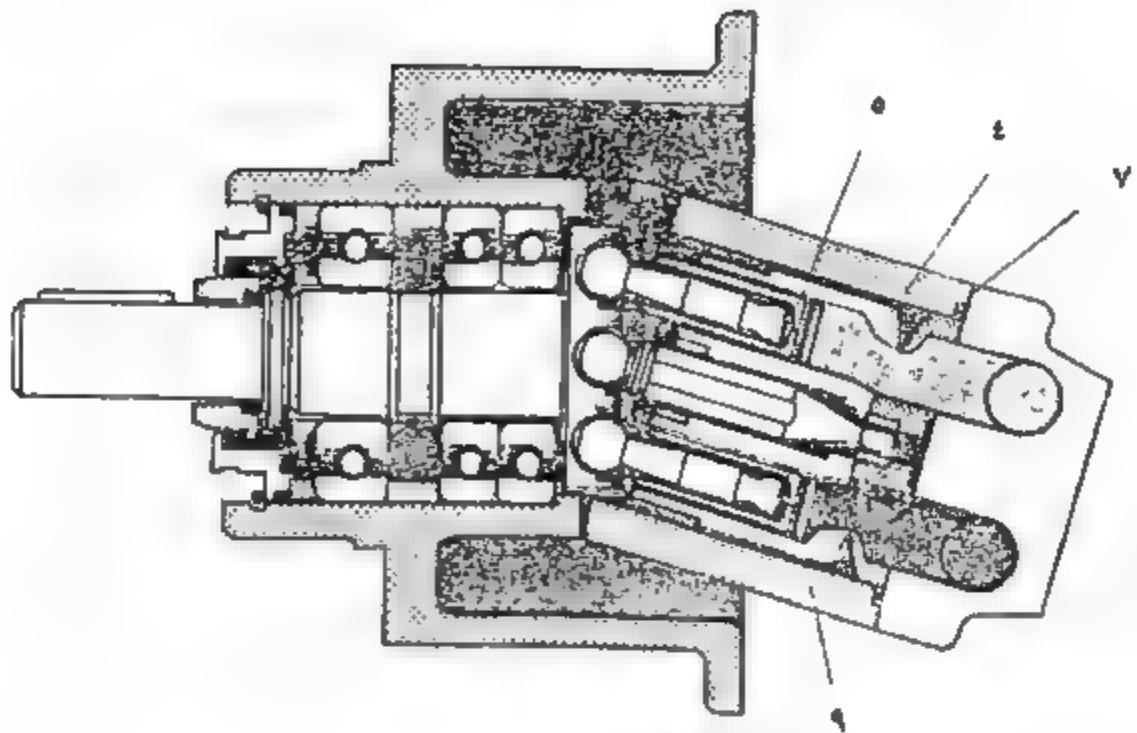


(1) مول القرص يزيد معه تصريف المضخة



(ب) اتقدم ميل القرض على الرأس
فانعدم معه تصريف المضغة

شكل ٩ - ٣٦ : فكرة تشغيل مضخة
الازاحة المتغيرة المحورية



شكل (٩ - ٣٧)

مضخة ذات محور مائل يمكن تغيير حجمها الهندسي

تشبه هذه المضخة مثيلتها

ذات الحجم الهندسي الثابت غير أنه

قد تم تغيير الأجزاء المختصة

بالضخ وهي الأسطوانة الدوارة

والمكابس وقرص التحكم (٤)، (٥)،

(٧) على الترتيب بحيث يمكن

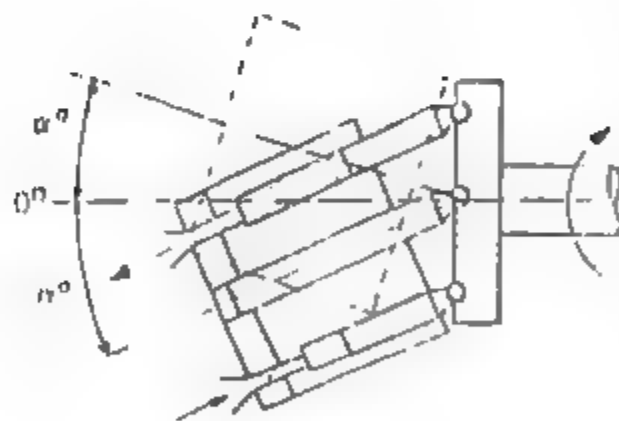
تحريكهم وتغيير زاوية ميلهم على

محور عامود المضخة ونظرا لاعتماد

شوط المكابس داخل الأسطوانة

على زاوية ميلها على محور المضخة

فإن تغيير زاوية الميل يغير الحجم

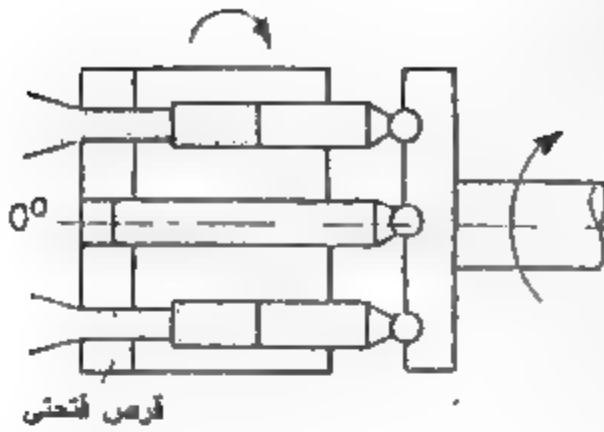


شكل (٩ - ٣٨)

إمالة الأسطوانة الدوارة يزيد

تصرف المضخة

الهندسي للمضخة فإذا أخذنا في
تقليل ميل محور الاسطوانة
والمكبس تدريجياً نجد أن الحجم
الهندسي الناتج من المضخة يقل
تدريجياً حتى يصل إلى الصفر في
حالة وصول زاوية الميل إلى الصفر.
أما في حالة ميل المحور في
الاتجاه المضاد أي بزاوية مضادة
للحالة الأولى فإن المضخة تتحول
إلى الضخ في الاتجاه المضاد
ويصبح خط السحب هو خط الطرد
الجديد .



الدخول والخروج .

شكل (٣٩ . ٩)
تتوقف المضخة الدائرية عن الضخ
عند زاوية ميل صفر

الباب العاشر

القواعد والاشتراطات الدولية

تحتل تنظيمات الضخ منزلة خاصة على سفن أعالي البحار لما لها من أهمية في ضخ مياه الصابور أو مياه مكافحة الحريق أو ما إليها من مختلف أغراض التشغيل، وتحدد هيئات التصنيف العالمية شروطها خاصة بتلك التركيبات نوردها في هذا الباب وهي مستقاه من إحدى الهيئات الدولية للتصنيف لمعاينة تركيبات السفن ومعداتنها.

تحتل المضخات وخطوط مواسير الضخ منزلة هامة في الانشاءات الهندسية عموما والاعمال البحرية بوجه خاص، وتشترك كافة هيئات التصنيف والمعاينة في افراد باب خاص بالاشتراطات الواجب توافرها في مواصفات وتنظيمات شبكات المواسير والمضخات والمعادن المستخدمة في صناعتها، وطرق اللحام والمعاملات الحرارية التي يجب تطبيقها لمراعاة اجهادات التركيب والثنى والتكويح... الخ، وربما يكون هناك خلاف في التفصيلات الواجب توافرها طبقا لمختلف هيئات التصنيف، ولكن القواعد العامة متقاربة الى درجة كبيرة وسنقتصر في هذا الباب على عرض للشروط التي يجب أن تتوافر في شبكات المواسير وتنظيمات الضخ والمضخات على السفن طبقا لاشتراطات هيئات المعاينة الدولية.

١٠ - ٢ : تفاصيل التوصيلات :

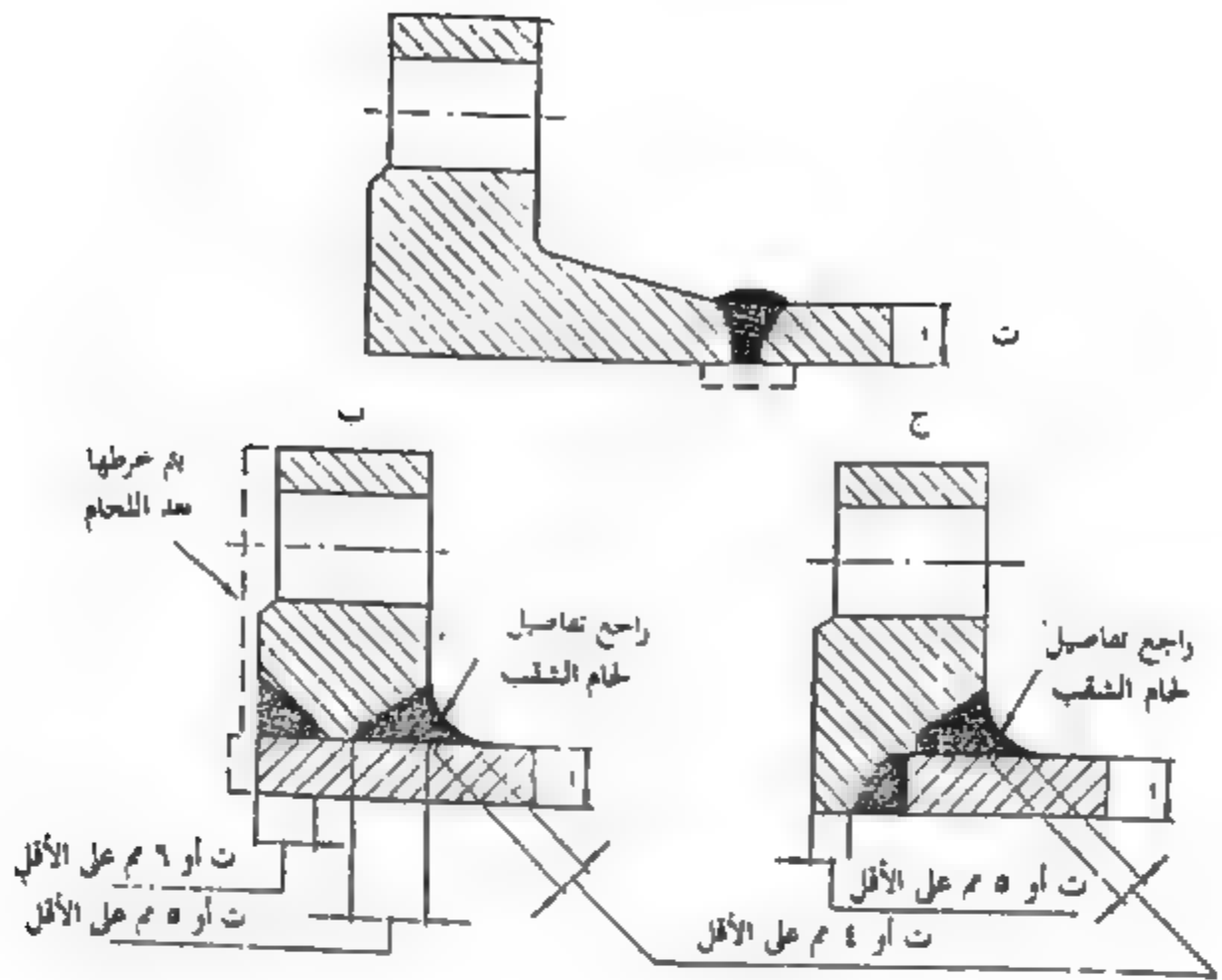
(أ - ١) : يجب أن تكون للمواسير المنخلعة (القابلة للخلع) شفاثر توصيل، وتفضل التوصيلات الملحومة في شبكات مواسير البخار المحمص، والزيت الواقع تحت ضغط، أو غيره من السوائل التي قد تمثل تهديدا للجو المحيط. ويقتصر في عدد الوصلات بالشفاثر على الحد الأدنى اللازم لتركيب وخلع المواسير.

(أ - ٢) : يبين شكل (١٠ - ١) توصيلات الشفاثر المقبولة لمواسير الفولاذ، وربما تقبل توصيلات شفاثر أخرى بعد تقديرها بوجه خاص.

شرح التوصيلات في شكل (١٠ - ١)

شفاثر (أ) :

يمكن استخدامه في كل شبكات المواسير، ويستخدم في خطوط البخار بضغط يجاوز ٤٠ بار عندما يتجاوز قطر الماسورة ٥٠ مم.



شكل ١٠ : (أ) ، (ب) ، (ج) ، (د)

شفائر (ب) ، (ج) :

يمكن استخدامها في كافة شبكات المواسير ما عدا مجموعة البخار التي يتجاوز الضغط بها ٤٠ بار عندما يزيد قط الماسورة عن ٥٠ مم.

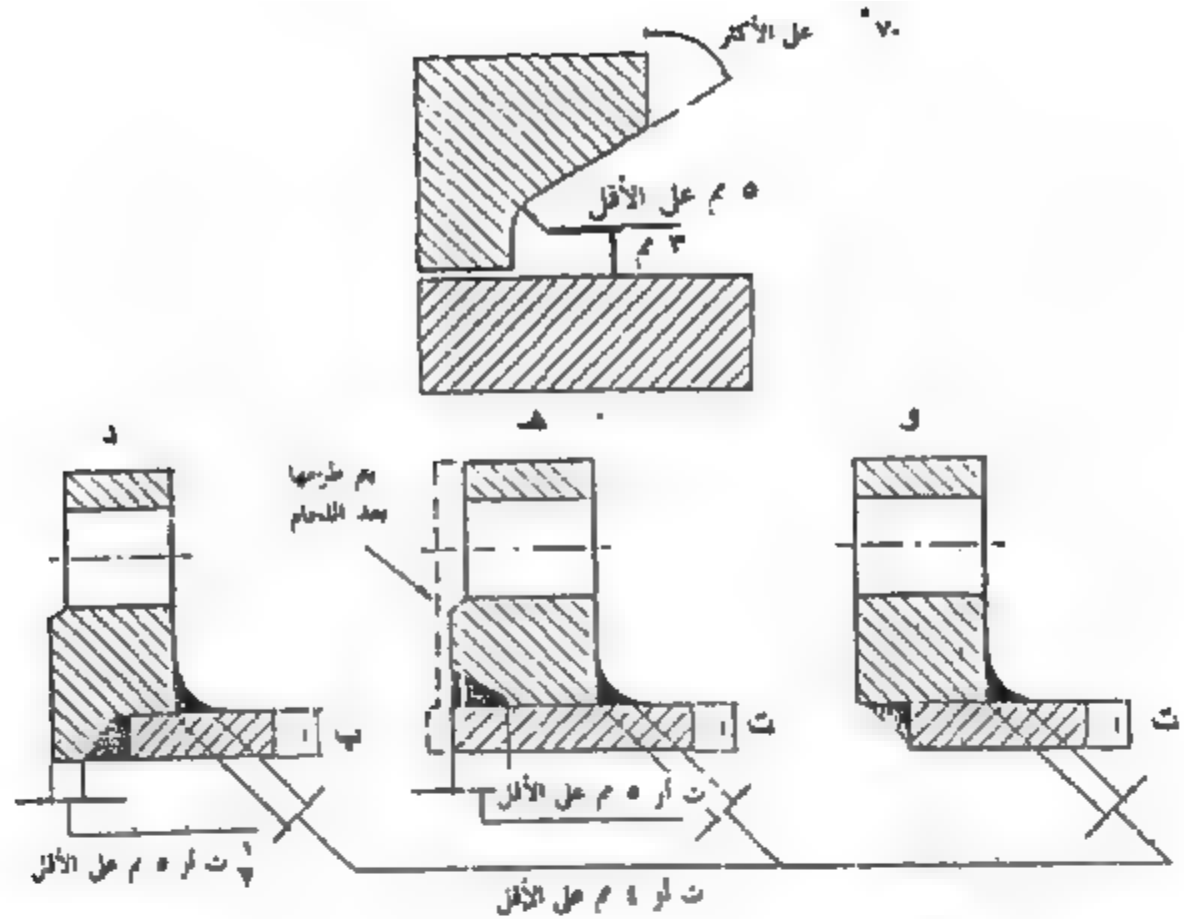
شفائر (د) ، (هـ) :

يمكن استخدامها لكافة شبكات المواسير بضغط تصل إلى ٣٢ بار.

شفائر (و) ، (ز) :

يمكن استخدامها لشبكات المواسير بضغط تصل إلى ١٧,٤ بار.

(أ ٣) : سوف تقبل القارنات المعمولة بأقماع اللحام أو لحام المونة وكذلك القارنات المعمولة بحلقات قطع مقبولة على المواسير ذات القطر الإسمي (الإعتباري) الذي لا يزيد عن ٥٠ مم.



شكل ١٠ - ١ : (د) ، (هـ) ، (و) ، (ي)

(١ - ٤) : لا يجوز استخدام صناديق التمدد عادة في عناصر البضائع أو غيرها من الأماكن التي لا يمكن التفتيش عليها في كل الأحيان ولا ينطبق ذلك في حالة ناقلات البترول أو خطوط الصابورة الممتدة في صهاريج الصابورة. وينبغي تربيط صناديق التمدد جيدا حتى لا تنخلع أو تنفجر، ولا بد من تقديم رسومات منافخ التمدد للمعاينة حتى نتأكد من مناسبة تصميمها للغرض المقصود.

(١ - ٥) : إذا كانت الخراطيم المثبتة (القابلة للثني) في خطوط الزيت أو ماء البحر أو أي وسط آخر يزيد ضغط تشغيله عن ٧.٥ بار فلا بد من اقرار نوعها بواسطة الهيئة، ومما ينصح به ألا تستخدم الخراطيم المثبتة في خطوط ماء البحر. فإذا استخدمت الخراطيم لضغوط تشغيل تصل إلى ٧.٥ بار فلا بد أن يكون ضغط انفجارها هو خمسة أضعاف ضغط

تشغيلها، ويجوز أن يقل ضغط الانفجار عن خمسة الأضعاف لخراطيم
التي تعمل بضغط يتجاوز ٧,٥ بار، ولكن لا يصح بأي حال من الأحوال أن
يقل ضغط الانفجار عن ٣,٥ أضعاف ضغط التشغيل، وإذا كانت الخراطيم
مستخدمة في دورات تحمل مواد مشتعلة فلا بد من إجراء اختبار حريق
عليها، ولا بد من عمل الوسائل اللازمة لغلق كافة الخراطيم المتشنية
المستخدمة في دورات زيت الوقود، أو زيت التزليق (التزييت) أو الهواء
المضغوط، ولا بد أن تكون الخراطيم المتشنية في موضع يسمح بالتفتيش
عليها في أي وقت كما يجب أن يتواجد خرطوم احتياطي من كل نوع
مركب في الشبكات وبحيث يكون جاهزا للتركيب في الحال.

١٠ - ٢ المحابس والتركيبات :

تصميم المحابس (الصمامات) :

- (أ - ١) : مما ينصح به أن تستخدم الصمامات ذات التصميم القياسي
(الاصطلاحى) فإذا كانت غير ذلك أو ذات تصميم مستحدث
فلا بد من عرضها على مكتب الهيئة لفحصها وإقرارها، وقد
يستلزم الأمر اختبارات خاصة، ويجب احكام الطرايش المقلوطة
على المحابس (الفلنسوات) مع صمامات يتجاوز قطرها ٢٨ سم.
- (أ - ٢) : يمكن استخدام الفولاذ المصبوب أو المطروق في صناعة المحابس
والتركيبات لكافة التطبيقات أما إذا زادت درجة الحرارة عن ٤٥٠°م
فلا يستخدم الا سبائك الفولاذ المناسبة للتطبيق المحدد، وعند
استخدام الحديد الزهر العجيري لدرجات حرارة أقل من صفر°م
فلا بد من الحصول على موافقة مسبقة في كل حالة :
- ولا تستخدم محابس أو تركيبات الحديد الزهر عادة في
شبكات البخار أو زيوت الوقود أو التفذية أو الهواء المضغوط
التي لها ضغوط تتجاوز ١٠ بار، أو درجات الحرارة التي تزيد

عن ٢٥٠°م ولا يستخدم الحديد الزهر لتركيبات نفخ الغلايات
أو ما شابهها إذا زاد للقطر عن ٢٠٠مم.

- وننصح بعدم استخدام أجزاء من الحديد الزهر فى شبكات
المواسير المعرضة الى ضغوط التجريع أو الطرق المائى.

- كما لا تستخدم تركيبات سبائك النحاس اذا زادت درجة الحرارة
عن ٢٢٠°م.

(ب) المحابس التى على جانب السفينة وفى قاعها :

(ب ١) : تكون كافة مواسير الشفط والتصريف مزودة بمحابس أو
خوابير قطع (جزرات) يسهل الوصول اليها مركبة عند جانب
السفينة، أو فى صناديق فولاذ لها انشاء جاسىء، أو على
توصيلات قصيرة من الفولاذ تكون ملحومة على غشاء البدن
(الداخلى).

- ينبغى عند استخدام محابس (صمامات) طراز الفراشة أو
محابس بجسم ملحوم مستعملة كمحابس بحر أن تقدم
رسوماتها لاعتمادها.

(ب ٢) : تصنع صمامات الشفط والتصريف والتركيبات التى على البدن
من الفولاذ أو حديد الزهر العجبرى المطابق للمواصفات، ولا
يقبل الحديد الزهر، أما محابس نفخ الغلايات فتصنع من
الفولاذ.

- محابس الشفط والتصريف وصناديق البحر ومواسير الامتداد
المصنوعة من الفولاذ يجب حمايتها من الصدأ بدهانها بالبويات
المناسبة أو بوسائل أخرى متعددة.

(ب ٣) : يراعى أن تكون كافة محابس الشفط والتصريف وجزرات
التحويل ومواسير الامتداد المركبة على غلاف البدن مباشرة لها

نبول معتدة داخل البدن.

- يتم احكام رباط المحابس والجزرات على البدن إما بمواسير مقلوطة داخل الألواح برؤوس غاطسة أو بجوايط متصلة بشفائر تقوية جامدة ملحومة على البدن، وبحيث لا تخترق صواميل الجوايط ألواح البدن.

- يجب حماية كافة مواسير الضغط والتصريف والتصفية بطريقة مناسبة اذا كانت معرضة للتلف من ارتطام البضاعة بها.

(ج) تشغيل المحابس والتحكم فيها :

(ج-١) : يصح أن يكون تشغيل المحابس يدويا أو بالقدرة .

- لا يصح أن ينتج عن استخدام وسائل الغلق السريع أى اتلاف لجسم المحبس أو المواسير المجاورة.

(ج-٢) : يكون غلق المحبس عادة بتدوير طارته فى اتجاه عقرب الساعة.

- يتم تنظيم الطارات (الايادى) التى على خوابير التحويل بحيث لا يمكن خلعها الا اذا كانت فى الوضع المغلق أما الطارات التى تكون على سيقان المحابس فتكون ثابتة التركيب.

- بالنسبة لسيقان محابس الضغط والتصريف التى تحت خط النحميل ومحبس الجمة (البليج) الاضطرابى فى غرفة المحركات، ومحابس تصريف النفط فلا بد أن تعتمد لما فوق ألواح الارضية أو تكون سهلة الوصول إليها ومراقبتها بأية وسيلة مناسبة.

(ج-٣) : يحوز أن تكون المشغلات (الات التشغيل) بالقدرة الكهربائية أو الهوائية أو الهيدرولية.

- يصح تشغيل المحابس بالمشغلات مزدوجة الفعل وكذلك مفردة الفعل بالنابض (اليأى) أو الثقل (ثقالة) أو الضغط المتراكم.

وبالنسبة لمحابس الشفط والتصريف للبصر ومحابس الحمة ومحابس صهاريج زيوت الوقود فيلزم لها أن تزود أيضا بوسائل التشغيل اليدوى بالطارة أو ترتيب مشابه.

- عندما يكون تشغيل محابس الصهاريج بدورات أيدرولية فلا بد أيضا من وجود وسائل تشغيل يدوية لنفس المحابس (الصمامات) باستخدام مضخة يدوية يمكن توصيلها للدورة الأيدرولية حيث تكون المواسير ممتدة لكل محبس (صمام) على حدة.

(د) البيان والعلامات :

(د ١٠) : تكون تركيبات المحابس بحيث يمكن فى الحال ملاحظة ما اذا كان المحبس مفتوحا أو مغلقا.

- اذا لم تكن وظيفة أحد المحابس واضحة فى الدورة فلا بد أن يتصل به لوح توصيف عليه المعلومات المناسبة للغرض من المحبس، أما التوصيلات فلا بد من أن يوجد بيان عليها مباشرة.

١٠ - ٤ المضخات :

(أ) المتطلبات العامة :

(أ ١٠) : ينبغى أن تتناسب المضخات مع الغرض المخصصة له، وتكون المواد المستخدمة فى صناعتها مقاومة للصدا الذى قد يسببه السائل المضخوخ.

- لابد من وجود صمام أمان على المضخات الترددية وغيرها من مضخات الأزالة، وفى حالة المضخة المتناولة لسوائل مشتعلة فيكون التصريف من صمام الأمان موصلا إلى خط شفط

(أ ٢) : ينبغي أن تتطابق المواد المستخدمة في صناعة أجزاء المضخات مع المواصفات القياسية المنصوص عنها للمواد.

- كذلك لابد أن تتطابق مواصفات المحركات الكهربائية (الموتورات) مع المواصفات القياسية المحددة لها.

(أ ٣) : يجرى على المضخات المبينة فيما يلي اختبار إيدرولى واختبار السعة بحضور خبير المعاينة :

- مضخات تبريد المحرك الرئيسى بالماء العذب.
- مضخات تبريد المحرك الرئيسى بماء البحر.
- مضخات الجعة (السفنتية، البلج).
- مضخات الصابورة.
- مضخات نقل زيت الوقود ومضخات التحضير (رفع الضغط).
- مضخات الخدمة لزيت الوقود.
- مضخات تبريد صمامات حقن (حاقنات) الوقود.
- مضخات الخدمة لزيت التزييق (الزيت) للمحرك الرئيسى.
- مضخات التكثيف الرئيسى.
- مضخات الهواء للمكثف الرئيسى.
- مضخات المدلولة للمكثف الرئيسى.
- مضخات ماء التغذية.
- مضخات ماء المدلولة للفلايات بالنوران المستحث.
- مضخات الحريق والمضخات الاضطرابية للحريق.

- مضخات ماء المداولة لبضاعة التبريد.
- مضخات البرلين لبضاعة التبريد.
- المضخات الايدرولية لآلة البقة والرحوية (كابستان) والرفاص متغير الخطورة والصمامات بالتشغيل الايدرولي.
- مضخات البضاعة للزيت وغيرها من المضخات اللازمة لتشغيل السفينة.
- ويجوز أن يتطلب الأمر اختبار ما تراه الهيئة ضروريا من المضخات بخلاف ما سبق.
- يجرى الاختبار الايدرولي على قراب (مبيت) المضخة، بخلاف مضخات بضاعة الزيت، حتى ١.٥ ضعف أقصى ضغط التشغيل، وعلى العموم فلا يستلزم الأمر أن يزيد ضغط الاختبار عن ضغط التشغيل لأكثر من ٧٠ بار.
- أما مضخات بضاعة الزيوت فتختبر حتى ١.٢ ضعف أقصى بار ويختبر جانب البخار ولا يجوز أن يقل ضغط الاختبار عن ١٤ بار ويختبر جانب البخار للمضخات المدارة بالبخار حتى ١.٥ ضعف ضغط البخار.
- يتم التحقق من سعة المضخة عند دوران المضخة بظروف التصميم (السرعة المقننة، علو رأسى، الضغط، والكثافة. الخ).
- ويجوز الاستغناء عن اختبار السعة إذا كانت المضخات متوالية من مضخات سبق اختبار سعتها بشكل مرضى.
- ولابد من تحديد خصائص المضخة (منحنيات العلو - والسعة) للمضخات المركزية التى لها سعة أقل من ١٠٠٠ م^٣/ساعة كل على حدة، ويتم تحديد الخصائص للمضخة على مدى مناسب

من أحوال التشغيل على كلا جانبي نقطة التصميم لكل مضخة.

١٠ - ٥ تركيبات المواسير والمضخات على السفن :

(أ) المتطلبات العامة :

(أ - ١) : يجرى تحميل (اسناد) المواسير الثقيلة بحيث لا يقع وزن الماسورة على المكنة المتصلة بها.

- يتم تحميل (اسناد) المحابس والتجهيزات الثقيلة بحيث لا يتسبب وزنها في اجهادات اضافية على المواسير المجاورة.

- ينبغي أن يكون تحميل (اسناد) شبكة المواسير بحيث لا ينشأ عنها اهتزازات خطيرة في الشبكة.

(أ - ٢) : يجب أن يتم تركيب شبكة المواسير بحيث يراعى أن حركتها الناشئة عن التمدد واختلاف الأطوال بين نقط الارتكاز بسبب انحناءات البدن لا تتسبب في اجهادات غير مقبولة في المواسير أو المكنة المجاورة، ولا بد من ضمان وجود مرونة كافية في شبكة المواسير باستخدام المواسير المحنية (الخيات) أو غيرها من ترتيبات المرونة المصممة في الشبكة.

- عندما تتصل المواسير بمكنات أو تركيبات رجوعية فيلزم وجود مرونة كافية بين المكنات والمواسير.

(أ - ٣) : تركيب محابس الغلق (القطع) حيث تكون ضرورية، وفي حالة الوحدات المزودة فتراعى امكانية التفتيش أو الاستبدال لأحدى الوحدتين بدون أن تعيق تشغيل الدورة.

- لا بد من تجنب تركيب مواسير الماء أو البخار أو الزيت خلف أو فوق لوحات التوزيع الكهربائية بقدر الامكان، فإذا استحال ذلك فينبغي أن تكون كافة الشفائر أو غيرها من التوصيلات بين

المواسير على مسافة آمنة أو مجمعة جيدا من لوحات التوزيع.

(أ-٤) : يجب أن يتم تركيب كافة المضخات بحيث يسهل الوصول إليها للتفتيش والصيانة.

١٠ - ٦ المواسير الواقعة تحت ضغط :

(أ) ضغط التصميم ودرجة حرارة التصميم :

(أ-١) : يعتبر ضغط التصميم (ض) المستخدم في معادلتى الهندسين التاليين (ب/٢، ج/٢) هو أقصى ضغط تشغيل ولا يصح أن يقل عن الضغط الأقصى لمعايرة صمام الأمان أو وسائل التهوية.

- بالنسبة لمواسير البخار ما بين الغلاية والمحصر ومواسير البخار الممتدة من المحصر حيث التحكم في صمام أمان المحصر بواسطة صمام إرشاد يجرى تشغيله بضغط البخار من اسطوانة البخار المشبع، فلا بد أن يكون ضغط التصميم مساويا لضغط التصميم للغلاية.

وبالنسبة لمواسير البخار التي بدون صمام أمان ومقاييس ضغط على جانب الضغط المنخفض لصمامات تخفيض، فيتم اعتبار (ض) مساويا لجانب الضغط المرتفع على صمام التخفيض ذلك.

بالنسبة للمواسير المتصلة بمضخات فيتم اعتبار (ض) مساويا لأقصى ضغط تشغيل لأي مساويا لضغط معايرة فتح صمام الأمان لمضخات الاذاحة وأقصى علو (راسي) بالنسبة لخصائص المضخة المركزية.

وعند تحديد أقصى ضغط تشغيل (ض) فلا بد من اعتبار احتمالات التعاريج الحادثة في خط مواسير المضخة.

٢- بالنسبة لمواسير التغذية فيتم اعتبار (ض) مساويا لحاله أكبر من ١,٢٥ ضعف ضغط تصميم الغلاية.. أو ضغط تصميم الغلاية + ٧ بار.

أ - ٢ : تتقرر في العادة درجة الحرارة المستخدمة في التصميم لتحديد الإجهاد المسموح به على أنها أقصى درجة حرارة للوسط المتدفق في الماسورة ويمكن اعتبار درجة حرارة تصميم أخرى في حالات مخصصة.

٣- بالنسبة للمواسير الفولاذ التي تقل درجة حرارتها عن ١٠٠ درجة مئوية فتقدر درجة حرارة التصميم مساوية ١٠٠ درجة مئوية، وبالنسبة لمواسير النحاس أو سبائك النحاس والتي تقل درجة حرارة تشغيلها عن ٥٠ درجة مئوية فتعتبر درجة حرارة التصميم مساوية ٥٠ درجة، وتكون درجة الحرارة للبخار المشبع مساوية لدرجة حرارة التشبع، أما بالنسبة للبخار المحمص وله تحكم يدوي في درجة الحرارة، فتعتبر درجة حرارة التصميم على الأقل مساوية لدرجة حرارة البخار + ١٥ درجة مئوية، أما للإنشاءات ذات التحكم الأكلي (الآوتوماتي) في درجة حرارة البخار فيمكن اعتبار درجة التصميم في العادة مساوية لدرجة حرارة البخار + ٥ درجات مئوية والمفروض أن أي تراوحت لدرجة حرارة أكثر من ١٥ درجة مئوية أو ٥ درجات مئوية فوق درجة حرارة التشغيل تكون مدتها قصيرة في الحالتين.

(ب) مواسير النحاس وسبائكها :

(ب ١) : يبين جدول (١) درجات الحرارة القصوى المقبولة والاجهادات المسفوحة لمواسير النحاس وسبائكها.

فإذا كان المقترح استخدام مواد لخرى غير المبينة فى الجدول ، فلا بد من تقديم مواصفات المواد لاقرارها، ولا بد أن تبين المواصفات تفاصيل التكوين الكيماوى للمواد وخواصها الميكانيكية عند درجة حرارة التشغيل.

- ينبغي أن تكون المواد الخاصة بالمواسير النحاس خالية من الاكسجين ولا يقل محتوى النحاس عن ٩٩.٢٥٪.

- تكون كافة مواسير النحاس وسبائك مسحوقة (غير ملحومة).

- لا يجوز استخدام مواسير النحاس أو سبائك لمجموعة هراء البدء إذا زاد القطر الخارجى للماسورة عن ٥٠ مم.

ينبغي أن تكون المواسير من درجة (طرى) أو نصف ناشف حتى توفى متطلبات جدول (١) لاقط استطالة، وبالنسبة للمواسير المطروقة ثنيها (تكويها) فلا بد أن تسقى لدرجة سليمة.

(ب-٢) : لا يجوز أن تقل ثخانة الجدار للماسورة مستقيمة أو مثنية عن

$$t = t_0 + h_m$$

وإذا كان المقصود ثنى الماسورة فلا تقل ثخانة جدار الماسورة لبل الثنى عن:

$$t = t_0 + h_m$$

$$t_x = \frac{h_m \times Q}{2 \times h_m} \text{ ثخانة (المتانة) بالمليمتر حيث،}$$

$$h_m = \text{ضغط التصميم}$$

$$Q = \text{القطر الخارجى}$$

$$h_m = \text{الاجهاد المسموح به بالبار عند درجة حرارة التصميم}$$

للمادة طبقا لجدول (١)، ويمكن تحديد القيم المتوسطة بالاستكمال الرياضى :

جـ - مسموح للحنى (تكويج)، فإذا لم يتم تحديد هذا المسموح بمنهج أكثر دقة، أو عندما لا يتم الثنى (التكويج) بمنهج يضمن التحكم فى استواء تخانة الجدران فلا يجوز أن يقل المسموح عن:

$$\text{جـ} = \frac{1}{2,5} \frac{\text{ق}}{\text{ك}} \cdot \text{ب} \cdot \text{جـ مم}$$

ك = نصف قطر التكويج الأوسط

وفى حالة عدم تحديد نسبة ق : ك فسوف تؤخذ على أنها ١ : ٢.

ص - مسموح للصدا

ص - ٠,٨ مم للنحاس والنحاس الأصفر وسبائك النحاس والقصدير، وسبائك النحاس والنيكل التى بها نيكل أقل من ١٠٪.

ص - ٠,٥ مم لسبائك النحاس والنيكل التى تحتوى على نيكل مساوٍ أو أكثر من ١٠٪ وتطبق معادلة (ت خـ) للمواسير التى لها نسبة التخانة للقطر ٠,١ أو أقل، أما للنسب الأكثر فتمنح اعتبارات خاصة.

- بالنسبة للموائع التى ليس لها تأثير صدئى مع مواد المواسير المستخدمة وفى حالات السبائك الخاصة ذات خاصية كافية للمقاومة للصدا، فمن الممكن تقليل مسموح الصدا.

- فى التطبيقات الخاصة وفى الحالات التى تكون المواسير فيها معرضة للعطب أو غير ممكن النفاذ لها أثناء الخدمة، فيجوز أن يتطلب الأمر تخانة مواسير أكبر من المقرر بالمعادلة السابقة، وتكون تخانة المواسير لخطوط دورة هواء البدء أكبر مما فى

المعادلة بمقدار ٥ %.

- لا يؤخذ في حساب قيمة (ت) أى مسموحات صناعات
بالبالغ، وعلى ذلك فإن التخانة الاعتبارية (الإسمية) للجدران

$$T_1 = \frac{T}{\frac{4}{100} - 1}$$

ت. اقل تخانة للجدار محسوبا من المعادلة السابقة.

م . النسبة المئوية للخلوص السالب المسموح به من الصانع.

- سوف تتطلب المواسير المعرضة لاحمال ميكانيكية استثنائية زائدة تخانة
جدران أكبر من القيم المحددة فى جدول ٢

- بالنسبة لتخانة جدران المواسير الايدرولية فى صهاريج بضاعة الزيوت
فى منظومات التحكم من بعد لمحابس بضاعة الزيوت فلا تقل عن ٣ مم
لنحاس الالمونيوم الاصفر، ٢ مم لنحاس النيكل.

(ب - ٤) : اذا كان ضغط التصميم فى الدورة ٧,٥ بار (كبد/سم ٢) او ازيد
فيجربى الصانع اختبار ايدرولى لكل ماسورة حتى ضغط.

$$T_2 = \frac{T \cdot C}{Q}$$

ت = التخانة الفعلية لجدار الماسورة مم.

ق = القطر الخارجى للماسورة مم.

ج . - الاجهاد المسموح به للمعدن حتى درجة حرارة ٥٠ درجة
مئوية طبقا لجدول (١) ولا يزيد ضغط الاختبار على اى حال عن
٧٠ بار (كبد/سم ٢) ما لم يتقرر خلاف ذلك.

جدول (١٠ - ١) الإجهادات المسموح بها ج في مواسير

مادة الماسورة	نحاس طرى	نحاس نصف ناشف	نحاس الالمونيوم (+) أصفر	نحاس النيكل ١٠/٩٥/٩٥	نحاس النيكل ٣٠/٧٠
أقل قوة شد بار (كبد/سم ٢)	٢٠	٢٥	٢٢	٢٨٥	٢٩٥
إجهاد برمانى ٪٠.٥ بار (كبد/سم ٢)	٦.٥	١٦.٠	١٢.٥	١٤.٠	١٤.٠
الاجهاد المسموح به بوحملات بار (كبد/سم ٢) × عند مختلف درجة حرارة التصلب م°	٥٠	٤٢٠	٨٠٠	٧٠٠	٨٣٠
	٧٥	٤٢٠	٨٠٠	٧٠٠	٨١٠
	١٠٠	٤١٠	٨٠٠	٦٩٠	٧٩
	١٢٥	٤١٠	٨٠٠	٦٧٠	٧٧٠
	١٥٠	٣٥٠	٨٠٠	٦٥٠	٧٥٠
	١٧٥	٣٥٠	٥٢٠	٦٣٠	٧٣٠
	٢٠٠	٢٨٠	٢٥٠	٦٠٠	٧١٠
	٢٢٥	١٩٠	٥٧٠	٦٩٠	٦٧٠
	٢٥٠			٥٣٠	٦٥٠
	٢٧٥			٤٩٠	٦٣٠
	٣٠٠			٤٥٠	
أقل استطالة (°) %	٣٥	١٠	٢٠	٣٠	٢٥

(*) طول القياس هو ١١.٢ م

حيث م = المساحة الأصلية للمقطع المستعرض للعينة أو الماسورة.

× يتم تخفيض الاجهادات المسموحة بمقدار ٥٠٪ للمواسير الناقلة للهواء المضغوط اذا كان الضغط نبضيا.

+ نحاس الالمونيوم أصفر به (نحاس ٧٦ - ٧٩ ، المونيوم ١.٨ - ٢.٣ ، زنبرج ٠.٢ - ٠.٦ ، والباقي خارصين)

- يمكن اعتماد شهادة الصنّاع عن إجراء الاختبار الهيدرولي والكن للمعاين الحق فى أى حال أى يطلب إعادة الاختبار بحصوره على ١٠٪ من المواسير فاذا أخفقت احدى المواسير فله أن يطلب إعادة اختبار كافة المواسير.

(ج) مواسير الفولاذ :

(ج ١٠) : يقرر جدولا ٤، ٥ الاجهادات المسموحة ودرجات الحرارة المقبولة للتصميم، ويمكن الحصول على القيم المتوسطة بالاستكمال الرياضى.

(ب ٣٠) : لا يجوز أن تقل تخانة الماسورة الاعتبارى عما هو محدد فى جدول (٢).

جدول (١٠ - ٢)

القطر الخارجى (ق) للماسورة بالمليمتر	أقل تخانة للجدار نحاس	الاعتبارى بالمليمتر سهايك نحاس
١	١	٠.٨
٢	١.٢	١
٤٤.٥	١.٥	١.٢
٧٦.١	٢	١.٥
١٠.٨	٢.٥	٢
١٥٩	٣	٢.٥
٢٦٧	٣.٥	٣
٤٥٧.٢	٤	٣.٥
٤٧٠	٤	٣.٥
٥٠.٨	٤.٥	٤

- بالنسبة للمواسير المارة خلال صهاريج، فلا بد من إضافة مسموح زائد للصدأ الخارجى طبقا لنفس المقادير المبينة بالجدول حسب نوع الوسط الخارجى.

- بالنسبة للمواسير المحمية تماما ضد الصدأ، فمن الممكن انقاص مسموح الصدأ بمقدار ٥٠٪ بموافقة هيئة المعاينة.

مسموح الصدا (م) لمواسير الفولاذ

ص (مم)	شبكة (دورة) المواسير
٠,٣	بخار محمص
٠,٨	بخار مشبع
٢,٠	ملفات البخار في صهاريج البضاعة
١,٥	مياه التغذية للخلاية في الدورات المفتوحة
٠,٥	مياه التغذية للخلاية في الدورات المغلقة
١,٥	مواسير النفض (الغلاية)
١,٠	هواء مضغوط
٠,٣	زيت ايدرولى
٠,٣	زيت تزليق (تزييت)
١,٠	زيت وقود
٢,٠	زيت بضاعة
٠,٣	غ. ب. م (غاز البترول المسال)
٠,٠	سوائب (موائع) التبريد
٠,٨	ماء عذب
٣,٠	ماء بحر بوجه عام

- في حالة استخدام سبائك فولاذ خاصة لها مقاومة كافية للصدا فمن الممكن انقاص مسموح الصدا الى صفر بموافقة هيئة المعاينة.

- بالنسبة للمواسير التي يحتمل أن تتعرض لمخاطر الصدا الشديد، فقد يطلب مسموح أكبر للصدا.

(ج ٢٠) : لا يجوز أن تقل التخانة الصغرى لجدار ماسورة مستقيمة أو منحنية (مكوعة) عن :

$$t = t_{min} \times S$$

فإذا كانت الماسورة مجهزة للثنى فلا تقل تخانة جدارها قبل
الثنى عن

$$ت + ح \text{ حيث } \frac{\text{ض} \times ق}{ج \text{ ث} + \text{ض}} = \text{ت} \times \text{خ} \text{ (المتانة)}$$

$$\text{ض} = \text{ضغط التصميم بار (كبد/سم}^2\text{)}$$

$$ق = \text{القطر الخارجى مم}$$

ج = الاجهاد المسموح بالبار عند درجة حرارة التصميم للمادة.
وسوف يتأسس مقدار (ج) على القيمة الاقل للمعيار التالى :

$$\frac{ج \text{ ز}}{٢,٧} \text{ أو } \frac{ج \text{ خ}}{١,٨} \text{ أو } \frac{ج \text{ ك}}{١,٨}$$

حيث ج ز = أقل قوة شد محددة للمادة عند ٢٠ درجة مئوية.

ج خ = أقل اجهاد خضر محدد للمادة أو ٠,٢ / لاجهاد البرهان عند
درجة حرارة التصميم للمادة.

ج ك = القيمة المتوسطة للاجهاد أو الكسر بعد ١٠٠٠٠٠ ساعة عند
درجة حرارة التصميم للمادة.

وإذا زادت درجة الحرارة عن ٢٥٠ درجة مئوية، فللهيئة أن توافق على
تطبيق معيار آخر خلاف السابق إذا تحدد ج.

ت = ١ للمواسير بدون بسرات

ت = ١ للمواسير الملحومة من مؤسسات معتمدة في كفائها
للمواسير التى بدون لحام

ت = ٩ . للمواسير الملحومة من مؤسسات معتمدة

ح = مسموح الحنى (التكويح) ، فإذا لم يتم تحديد هذا المسموح
بمنهج أكثر دقة أو عندما لا يتم الثنى بمنهج يضمن التحكم فى

استواء تخانة الجدران فلا يجوز أن يقلل المسموح عن :

$$ح = \frac{1}{2,5} \frac{ق}{ك} - ت - م$$

ك = نصف قطر التكويع الأوسط

وفى حالة عدم تحديد نسبة $\frac{ق}{ك}$ فسوف تعتبر ١ : ٢

ص = مسموح الصدا طبقا لجدول (٢)

- تعتبر معادلة حساب ت_٢ معتمدة للمواسير التى لها نسبة تخانة للجدار الى القطر المساوى ١,٠ أو أقل، وللمقادير الاعلى فلا بد من اعتبار حسابات خاصة.

- لا يؤخذ فى حساب قيمة (ت) أى مسموحات صناعية بالسالب، وعلى ذلك فلا تقل التخانة الاعتبارية للجدار ت_٢ عن :

$$ت_٢ = ١ - \frac{م}{١٠٠}$$

ت = أقل تخانة للجدار محسوبا من المعادلة العامة

م = النسبة المئوية للخلوص السالب المسموح به من الصناع

- لا يجوز أن تقل تخانة جدار ماسورة رئيسية عند وصلة فرعية عن:

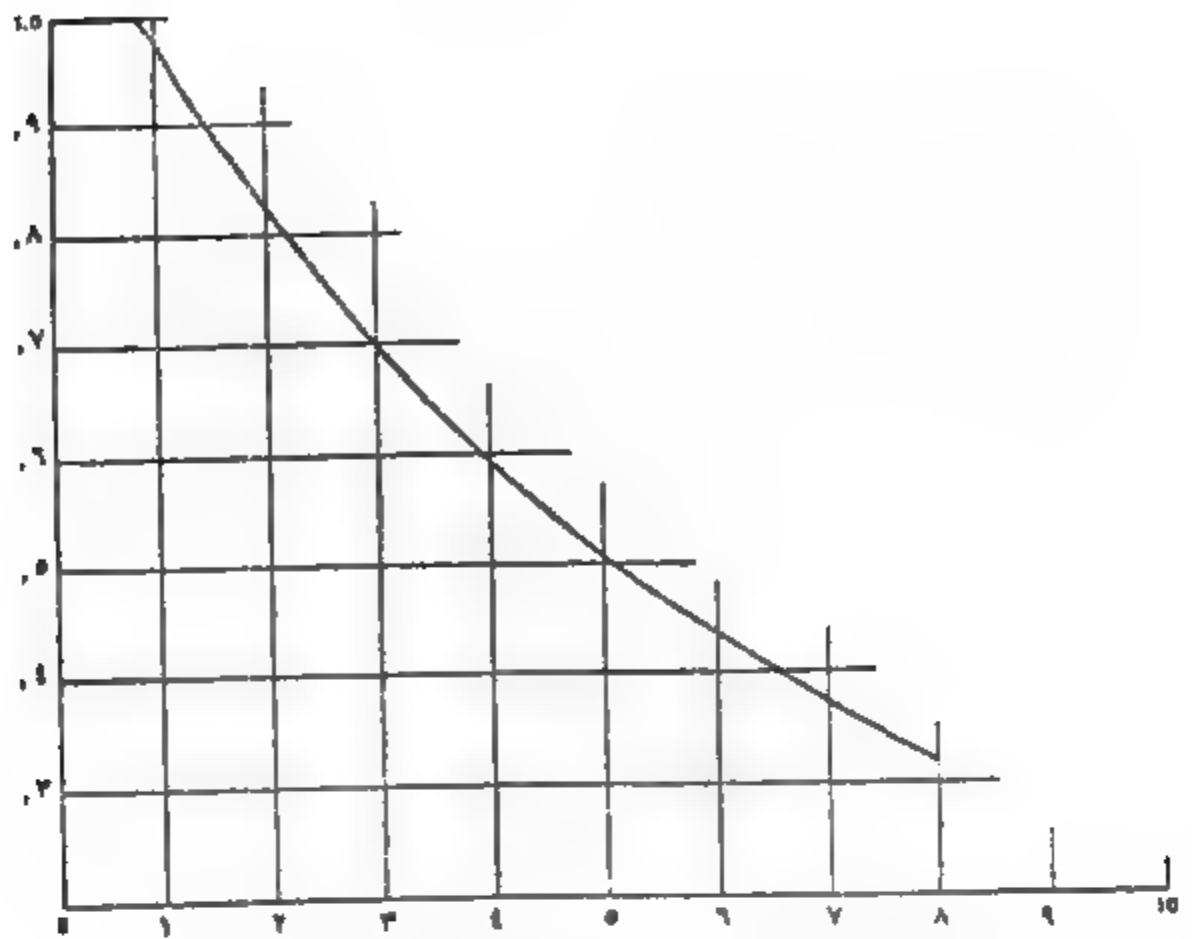
$$ت = ت_٢ + ح - م$$

$$ت_٢ = \frac{ض \times ق}{٢ ج + ت + ض}$$

ض، ق، ج، م = نفس المقادير المستخدمة فى المعادلة (ج-٢)

ت = هى نسبة المتانة من المعادلة

$$ت = \frac{١,٢٥}{\frac{ق (أكبر) - ق (اصغر)}{٢ ق (اصغر)} + ١,٢٥} \quad \text{جا ١}$$



شكل ١٠ - ٢ : العلاقة بين النسبة الاساسية
للمتانة (ت) مع معطيات الاقطار

$$\frac{Q}{Q+q}$$

ث ١ - النسبة الاساسية للمتانة، ويبين شكل (١٠ - ٢) مدى تغيرها مع المعطيات ق ب ق

١ = الزاوية بين خطى منتصف الماسورة الرئيسية والماسورة الفرعية ولا يجوز أن تقل عن ٤٥ مئوية.

ق (اكبر)، ق (اصغر) = القطر الاكبر والاصغر على التوالي للفتحة البارزة في الماسورة الرئيسية بالرجوع لشكل (١٠ - ٣).

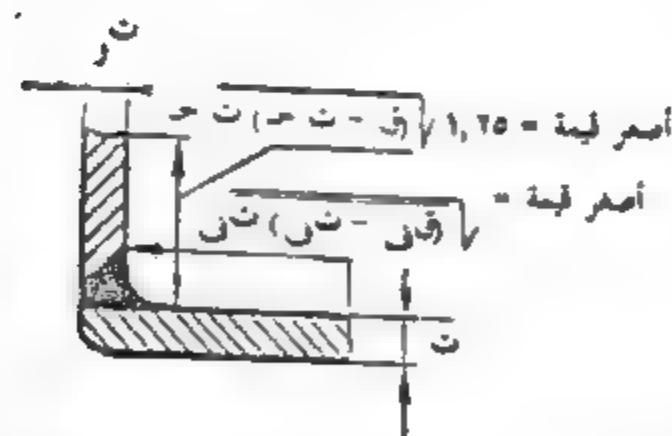
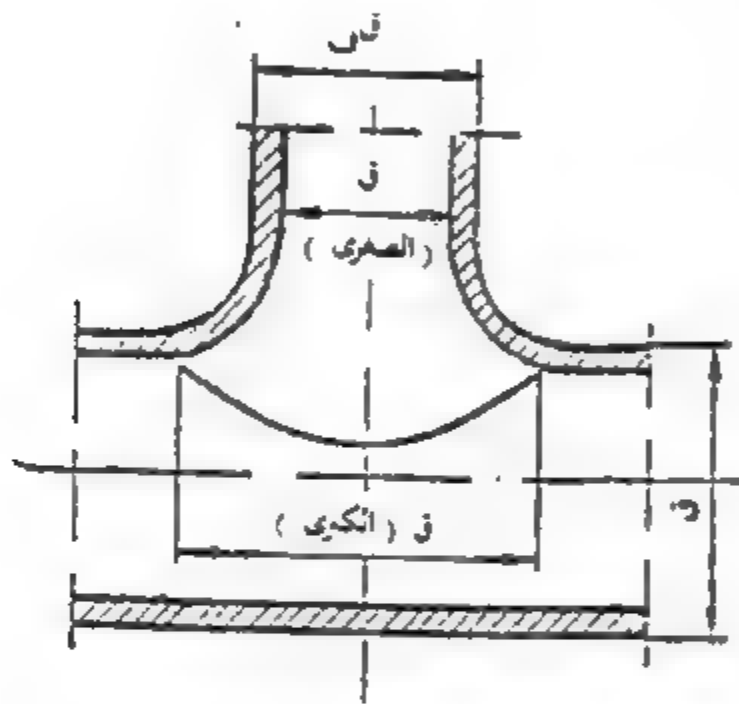
ويجب أن يكون لتخانة جدار الماسورة الرئيسية ت ج امتداد لا يقل عن :

(ق - ت خ) ت ج من الفرع بالرجوع لشكل (١٠ - ٣).

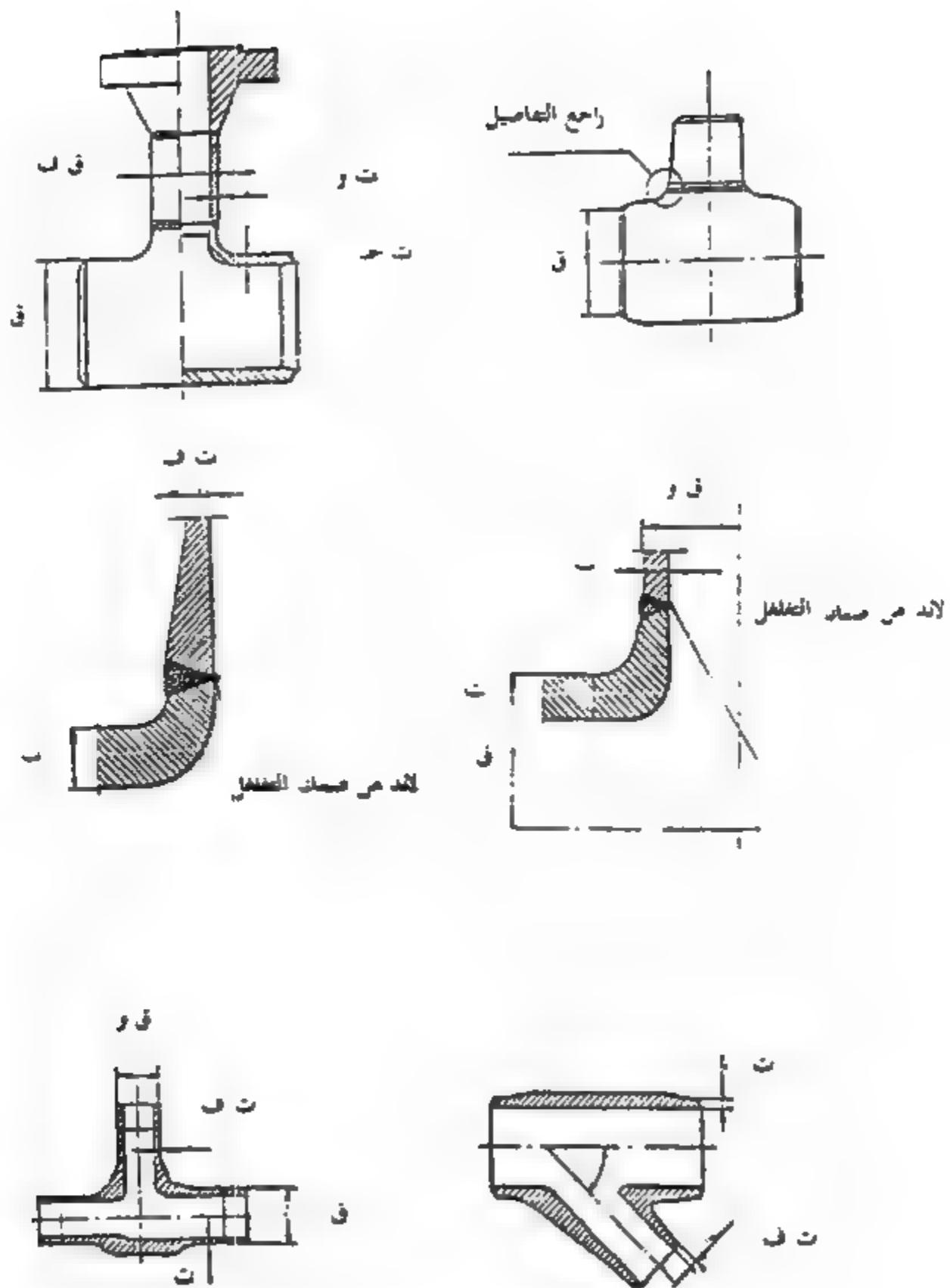
أما تخانة جدار الماسورة الفرعية تـ فلا يقل امتداده عن :

١,٢٥ (ق ذ - ت ذ، ت ذ) من الماسورة الرئيسية بالرجوع لشكل (٩ - ٣).

- يبين شكل (١٠ - ٤) نماذج لتوصيلات الانفرع المعتمدة للاستخدام في شبكات مواسير البخار التي تزيد درجة حرارته عن ٤٠٠ درجة مئوية ولا ينبغي أن تزيد النسبة بين تحدة الماسورة الفرعية وتخانة الماسورة الرئيسية عن ٢.



شكل ١٠ - ٣: وضع الاقطار الصغرى والاقطار الكبرى في التلويحات



شكل ١٠ . ١ : نماذج لوصلات التفريعات المستعدة

جدول رقم (١٠ - ٤)
الاجهادات المسموحة في مواسير الفولاذ (الصلب)

درجة الفولاذ	١ - ١	٢ - ١	٣ - ١	١ - ٢	٢ - ٢	٣ - ٢
قوة أقصى شد للتصميم بار/م ^٢	٤٥ - ٣٤	٤٥ - ٣٥	٥٥ - ٤٥	٥٥ - ٤٥	٥٨ - ٤٥	٦٠ - ٤٥
درجة حرارة م	١٠٠	١٠٠	١١٩٥	١٤٧٠	١٥٣٠	١٤٧٠
١٥٠	٩٧٥	٩٧٥	١١٧٠	١٤٤٠	١٤٧٠	١٤٤٠
٢٠٠	٩٧٥	٩٧٥	١١٤٠	١٣٩٠	١٤٣٠	١٣٩٠
٢٥٠	٨٩٠	٨٩٠	١٠٥٥	١٢٨٠	١٣٣٠	١٣٣٠
٣٠٠	٨٠٥	٨٠٥	٩٤٥	١١١٠	١٢٢٠	١٢٨٠
٣٥٠		٦٩٥	٨٦٠	١٠٠٠	١١٦٥	١١٢٠
٣٨٠		٦٧٥	٨٢٥	٩٦٥	١١٥٠	١١٨٥
٣٩٠		٦٧٠	٨١٥	٩٥٥	١١٤٥	١١٧٥
٤٠٠		٦٦٥	٧٥٠	٩٤٥	١١٤٠	١١٦٥
٤١٠		٦٦٠	٦٦٥	٩٣٥	١١٣٥	١١٥٥
٤٢٠		٥٨٥	٥٨٥	٩٣٥	١٣٠	١١٤٥
٤٣٠		٥١٥	٥١٥	٩١٥	١١٣٥	١١٣٥
٤٤٠		٤٥٠	٤٥٠	٩٠٥	١١٢٠	١١٢٠
٤٥٠		٣٩٠	٣٩٠	٨٩٠	١١١	١١١
٤٦٠	(٣٣٥)		(٣٥٥)	٨٦٥	١١٠٠	١١٠٠
٤٧٠	(٣٨٥)		(٣٨٥)	٨٤٥	١٠٩٠	١٠٩٠
٤٨٠	(٣٤٠)		(٣٤٠)	٨١	١٠٨٠	١٠٤٥
٤٩٠				٦٦	٩٣	٩٣
٥٠٠				٥٢٥	٧٧٥	٨٠٥
٥١٠				(٤١٥)	٦٥٥	٧٥
٥٢٠				(٣٣٥)	٥٣٥	٦١
٥٣٠				(٣٦٥)	٤٤٠	٥٣٠
٥٤٠					(٣٤٥)	٤٤٥
٥٥٠					(٣٧٥)	٣٧٠
٥٦٠					(٣٢٥)	٣١٥
٥٧٠						٢٧٠
٥٨٠						٢٣٥

الاجهاد المسموح به ج بار (كبد / م^٢)
- القيم الموضوعة بين قوسين لدرجات حرارة أعلى من المسموح بها
للتشغيل معطاه كمعلومات فحسب.

جدول رقم (١٠ - ٥)

خسائر العلو الرأسى مقدرة بالمتر لكل ٣٠ متر

سريان فى ماسورة مستقيمة

قطر الماسورة بالمليمتر								معدل التساقط لتر / ثانية
١٥٠	١٢٥	١٠٠	٧٥	٦٥	٥٠	٣٨	٣٥	
					٠.١٧١	٠.٥١٦	٤.٠٥	٠.٧٥
				٥.١٥١	٠.٤٨٦	١.٩٩	١٥.٥	١.٥٠
			٠.١٤٣	٠.٤٥٠	١.٠٧	٤.٥٠		٢.٢٥
			٠.٢٤٦	٠.٦١٠	١.٨٣	٧.٩٢		٣.٠٠
			٠.٣٥	٠.٩١٥	٢.٨٣	١٢.١٠		٣.٧٥
		٠.١٢١	٠.٥٤٨	١.٣١٠	٤.١	١٧.٣٦		٤.٥٠
		٠.١٦٧	٠.٧٥	١.٨٠	٥.٤٩	٢٤.٨٠		٥.٢٥
		٠.٢١٦	٠.٩٤	٢.٢٨	٧.٣			٦.٠٠
	٠.٨٨٤	٠.٢٤١	١.١٨٥	٢.٨٣	٦.١			٦.٧٥
٠.٠٤٨	٠.١١	٠.٢٣٨	١.٢٢	٣.٦٥	١١.٣			٧.٥٠
٠.٠٦٧	٠.١٥١	٠.٤٨٦	٢.٠٧	٥.٠٥	١٥.٥			٨.٢٥
٠.١	٠.٢٠٠	٠.٦٥٠	٢.٧٧	٦.٧	٢١.٠			٩.٠٠
٠.١٢١	٠.٢٦٥	٠.٨٤٠	٣.٦٥	٨.٨٤				٩.٧٥
٠.١٥١	٠.٣٥	١.٠٣	٤.٥٤	١٠.٩٥				١٠.٥٠
٠.١٨١	٠.٤١	١.٢٩٥	٤.٩٠	١٣.٧٠				١١.٢٥
٠.٢٧٤	٠.٦٢	١.٩٦	٨.٤٠	٢١.٣٠				١٢.٠٠
٠.٣٩٦	٠.٩١	٢.٨٤	١٢.٢٠					١٢.٧٥
٠.٥٣	١.٢١	٣.٨	١٦.١٥					١٣.٥٠
٠.٧	١.٥٨	٥.٣٧						١٤.٢٥
٠.٨٥	١.٩٩	٦.١٠						١٥.٠٠
١.٠٣	٢.٤٢	٧.٦						١٥.٧٥
١.٤٦	٣.٤٥	١٠.٣						١٦.٥٠
١.٩٨	٤.٦٩							١٧.٢٥
٢.٥٣	٥.٩							١٨.٠٠

جدول رقم (١٠ - ٦) (الطول المكافئ للتهييزات)
خسائر الفقد في التجهيزات والتكويرات
بما يكافئه من اطوال المواسير المستقيمة

تأريعات وأكواع	مصفاة	محبس تصريف مفتوح لآخره	صمام غير رجاع (لا رجعي)	صمام قدم	انحناء	رأس (علو) السرعة للمدخل على شكل بوق	رأس (علو) السرعة	قطر الماسورة
٠,٨٣	٠,٠٩١	٠,٢٤	٠,٢٠٥	٠,٢٤	٠,٧٦	٠,٨٢	١,٣٧	٢٥
٠,٣١	٠,١٥٢	٠,٣٦	٠,٤٩	٠,٣٦	١,١٣	١,٣١	٢,٢	٢٨
١,٨	٠,٢١٤	٠,٥٢	٠,٧	٠,٥٢	١,٥٢	١,٨	٢,٠	٥٠
٢,٢١	٠,٢٧٥	٠,٦٤	٠,٨٥	٠,٦٤	١,٩٥	٢,٣١	٢,٨	٦٥
٢,٨٧	٠,٣٠٥	٠,٧٩	١,٠٦	٠,٧٩	٢,٤٤	٢,٨٦	٤,٧٥	٧٥
٢,٩٦	٠,٧	١,١٠	١,٤٣	١,١٠	٣,٢	٣,٩٦	٦,٤	١٠٠
٥,٢	٠,٥٨٠	١,٤٣	١,٨٦	١,٤٣	٤,٢٧	٥,٢	٨,٥	١٢٥
٦,٤	٠,٧٠٠	١,٧٦	٢,٣١	١,٧٦	٥,٢٧	٦,٤	١٠,٣	١٥٠

جدول رقم (١٠ - ٧)
للتحويل من الوحدات المتغايرة

التعريف من	الى	اضرب في	لتحصل على العكس اضرب في
مليمتر (مم)	بوصة	٢٥.٤	٠.٠٣٩٤
سنتيمتر (سم)	بوصة	٢.٥٤	٠.٣٩٤
ديسيمتر	بوصة	٠.٢٥٤	٢.٩٤
متر (م)	ياردة	٠.٩١٤	١.٠٩٤
مليمتر مربع (مم ^٢)	بوصة مربع	٦٤٥.٢	٠.٠٠١٥٥
سنتيمتر مربع (سم ^٢)	بوصة مربعة	٦.٤٥٢	٠.١٥٥
متر مربع (م ^٢)	قدم مربع	٠.٠٩٣٩	١٠.٧٦٤
سنتيمتر مكعب (سم ^٣)	بوصة مكعب	١٦.٣٨٧	٠.٠٦١٠٢
ديسيمتر مكعب	بوصة مكعب	٠.٠١٦٤	٦١.٠٢
ديسيمتر مكعب	لتر	١	١
متر مكعب (م ^٣)	لتر	٠.٠٠١	١٠٠٠
متر مكعب (م ^٣)	قدم مكعب	٠.٢٨٣	٣.٥٣١
لتر	جالون انجليزي	٤.٥٤٠	٠.٢
لتر	جالون امريكي	٣.٧٨٥	٠.٢٦٤
كيلو ج م (كجم)	طن عالى	١٠٠٠	٠.٠٠١
طن عالى	طن (الانجليزي)	١.٠١٦٠	٠.٩٨٤٣
كيلو جرام (كجم)	رطل	٢.٢٠٥	٠.٤٥٤
كيلو جرام / سنتيمتر مربع (كجم/سم ^٢)	طن / بوصة مربعة	١٥٧.٤٨٨	٠.٠٠٦٣٥
كيلو جرام / سنتيمتر مربع (كجم/سم ^٢)	رطل / بوصة مربع	٠.٠٧٠٢	١٤.٢٢٢
كيلو جرام / مليمتر مربع (كجم/مم ^٢)	طن / بوصة مربع	١.٥٧٥	٠.٦٣٥
كيلو جرام / متر (كجم/متر)	قدم / رطل	٠.١٢٨	٧.٢٣٢
كيلو جرام / متر / سنتيمتر مربع (كجم/م/سم ^٢)	قدم رطل / بوصة مربعة	٠.٠٢١٩	٤٦.٦٧
كيلو جرام متر مربع (كجم م ^٢)	قدم رطل مربع	٠.٠٦٢٢	٢٢.٧٢
درجة مئوية	فارنهایت	طرح ٣٢	٩/٥ وإضافة ٣٢
		والضرب في ٩/٥	

١٠ = ٧ قائمة الرموز المستخدمة في الدوائر الهيدروليكية



محرك أو مضخة يعمل في قوس محدد



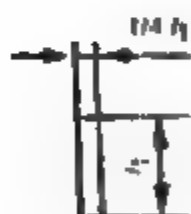
الرمز العام لوحدات التحكم
(خطوط التوصيل تتعامد على الأجناب)



المرشحات - السدادات الحرارية (خطوط
التوصيل لأركان الرمز)



الاسطوانات - الصمامات



مكبس داخل الاسطوانة الهيدروليكية



عنصر ضبط

الخط المتصل

خط زيت رئيسي أو خط توصيل كهرباء



خط إرشاد - خط تصفية (راجع)



خط احتواء لعنصرين أو أكثر



وصلة ميكانيكية (ذراع - عامود)



وحدة نقل طاقة (مضخة - محرك)



أداة قياس



وصلة مفصلية - خروج محور ارتكاز



قياس حرارة أو تحكم في الحرارة



وحدة ادارة (محرك)



يساى



خائق



قاعدة صمام عدم رجوع



نقاط توصيل في خط التدفق



خطوط غير متصله



وصلة مرنة (خرطوم)

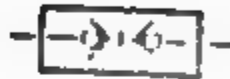




فتحة كهوية



وصلة محكمة سرعة الكك



وصلة محكمة سرعة الكك مزودة بصمام
عدم رجوع



وصلة دوارة



عامود ذو حركة خطية



عامود ذو حركة دورانية



تجاويف لتحديد مشوار الحركة

إمكانية ضبط وتغيير في المساحات
والمحركات واليايات



كهرباء



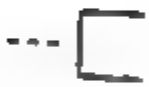
وصلة مقلدة الطرف



تحريك العنصر بالكهرباء



تشغيل بالضغط



بالضغط مع اختلاف المساحات المعرضه



خط التحكم الداخلي



خط التحكم الخارجي



تشغيل بالهواء/بالزيت



تشغيل بالزيت على مرحلتين



• على مرحلتين كهرباء ثم زيت



• على مرحلتين هواء ثم زيت



تشغيل على مرحلتين كهربى ثم
هيدروليكي ، باى لإعادة



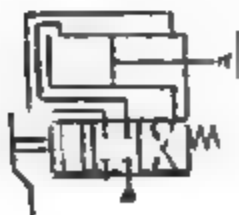
مرحلتين كهربى ثم هيدروليكي وإعادة
هيدروليكية



إعادة العنصر لوضعه الطبيعي باستغلال
مؤثر خارجي



إعادة العنصر لوضعه الطبيعي بتغذية
عكسية داخلية



طرق تشغيل الصمامات الرموز العام



تشغيل بمقبض دفع

تشغيل بمقبض جذب

مقبض جذب ودفع

ذراع تشغيل يدوي

بدال باتجاه واحد

بدال باتجاهين

تشغيل بعامود دفع

عامود دفع مع تحديد المشوار

تشغيل بيدي

تشغيل بدخول «بكرة»



بكرة مع ذراع دفع



تشغيل كهربى باتجاه واحد



تشغيل كهربى فى اتجاهين



فى اتجاهين مع إمكانية ضبط



وسيلتين للتشغيل على التوازي



وحدة تشغيل هيدروليكية مدمجة (مضخة
محرك)



مضخة متغيرة الإزاحة تغيير مع الضغط
اتجاه واحد للدوران - اتجاه واحد للتدفق



مضخة/محرك متغير الإزاحة تغيير مع
الضغط اتجاهين للدوران - اتجاهين للتدفق
مع خط راجع للتسرب الداخلى





اسطوانة هيدروليكية اتجاه واحد للتشغيل
إعادة بياي



اسطوانة باتجاهين للتشغيل تخميد متحكم
فيه في الاتجاهين



اسطوانة تليسكوبية اتجاه تشغيل واحد



اسطوانة تليسكوبية اتجاهين للتشغيل



مركم بدون ضغط ابتدائي



مركم به غاز مضغوط



مصادر الطاقة هيدروليكية



هواء مضغوط



محرك كهربى



مضخة ثابتة الإزاحة



مضخة ثابتة الإزاحة



اتجاه تدفق واحد

اتجاه دوران واحد

مضخة متغيرة الإزاحة اتجاهين للتدفق

اتجاه دوران واحد لها خط راجع للتسرب

الداخلى



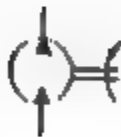
محرك هيدروليكي ثابت الحجم الهندسى

اتجاهين للتدفق - اتجاهين للدوران



مضخة/محرك ثابت الإزاحة

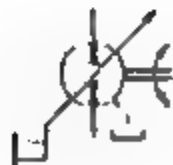
اتجاه تدفق واحد - اتجاه دوران واحد



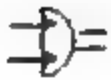
محرك/مضخة متغير الإزاحة

اتجاهين للتدفق - اتجاهين للدوران

خط راجع للتسرب الداخلى

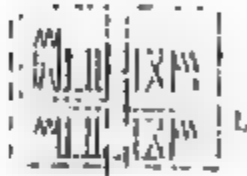
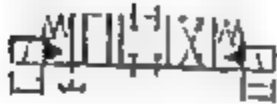


محرك هيدروليكي محدود زاوية الحركة



صمام ٣/٤ تشغيل كهروهيدروليكي يعود للوضع الأوسط بالياى

الشكل المبسط للصمام السابق



صمام ٣/٤ يعود للوضع الأوسط بالضغط الهيدروليكي

الشكل المبسط للصمام السابق



صمام توجيه مستمر التعديل تراكب سلبى



صمام توجيه مستمر التعديل تراكب موجب



صمام تقاسى ٣/٤

صمام عدم رجوع

صمام عدم رجوع بيدي



صمام عدم رجوع بقط إرشاد



خزان غاز



صمام تحكم توجيهي له وضعين والوضع الأوسط انتقالي



صمام ذو وضعين مع تحكم كهربائي في الزلاقي



صمام بثلاثة أوضاع مع تحكم كهربائي للزلاقي



صمام ٢/٢ وضعه الطبيعي مغلق



صمام ٢/٢ وضعه الطبيعي مفتوح





صمام ٢/٣ وضعه الطبيعي مفتوح



صمام ٢/٢



صمام ٢/٣ مع بيان الوضع الانتقالي



صمام ٢/٥ يصل بالضغط من الناحيتين



خاتق به إمكانية ضبط التدفق



صمام خلاق (معيمن)



صمام إبطاء سرعة



خاتق مع صمام عديم رجوع

صمام تحكم ذو اتجاهين تعويض تغير
الضغط



صمام تحكم ذو اتجاهين تعويض تغير
الحرارة والضغط



صمام تحكم ذو اتجاهات ثلاثة



مقسم التدفق



صمام تحكم منطقي «توافقي»



صمام تحكم توافقي في التدفق



صمام هدم رجوع بضغط ارشاد



صمام مكروك



صمام استنزاف الهواء

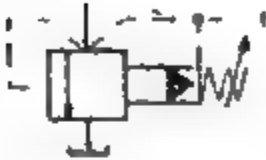




صمام تحديد الضغط «روليف»



بخط ارشاد داخلي



صمام روليف بخط ارشاد وإعادة داخلي



صمام روليف - بوسيلة تشغيل كهربية -

وخط ارشاد خارجي لإعادة



صمام تخفيض الضغط بخط ارشاد داخلي



صمام تخفيض ضغط بخط إعادة خارجي



صمام تخفيض ضغط ذو اتجاهات ثلاثة



عداد قياس عام



مقياس ضغط



مقياس ضغط فرقي

مقياس مستوى السائل



مقياس حرارة



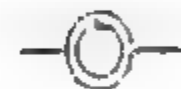
رجاجة بيان التدفق



مقياس تدفق



مقياس عدد اللفات



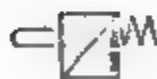
مقياس العزم



مفتاح ضغط هيدرو - كهربي



مفتاح نهاية الحركة (مفتاح حدى)



صمام توجيه تناسبي ٢/٢



خزان زيت به فتحة تنفيس





خزان ضغط



مرشح



مرشح به مبین فلانسداد



فاصل شواب



مرشح مع فاصل شواب



وحدة تحضير تحوى (فاصل شواب صمام
تخفيض ضغط - عداد ضغط)



مورد



مکان



وحدة تحكم فى الحرارة (تسخين / تبريد)

فهرس من المصطلحات

انجلىزى / عربى

(A)

Abrasion wear	تآكل حاك
Absolute pressure	الضغط المطلق
Absolute velocity	سرعة مطلقة
Air chamber	استطوانة (غرفة) الهواء
Air evacuation	تفريغ (استنزاف) الهواء
Air leakage	تسريب الهواء
Air vent	منفذ الهواء
Atmospheric pressure	الضغط الجرى
Auto clean filter	المرشحات دائمة التنظيف
Automatic priming valve	صمام تفضير ذاتى
Axial propeller pumps	المضخات المحورية
Axial thrust	دفع محورى

(B)

Baffle plate	لوح (صحن) إعتراض
Ball valve	صمام كروى
Basic units	وحدات أساسية
Bearings overheating	التهاب المحامل
Bearings	المحامل (الكراسى)
Bellow pump	مضخة رق (رداخ)
Belt drive	دوران بالسير

Bed plate	لوح القاعدة (فرش)
Blade	ريشة
Blind flange	قرص أعمى
Bourdon gauge	مقياس بوردون
Butterfly valve	محبس الفراشة
By pass	ممر تحويل

(C)

Calvane	فعل جلفاني
Caving types	قوابات (جراب) أنواعها
Capacity reduction	تناقص السعة
Cavitation	تكهف
Centigrade temperature	درجة الحرارة المئوية
Centrifugal pump advantages	مزايا المضخات المركزية
Centrifugal pump troubles	مضاعب المضخات المركزية (الطاردة)
Centrifugal pump theory	نظرية المضخة المركزية
Check valve	صمام تحكم (توكيد)
Corrosion	صدأ (تصدأ)

(D)

Delivery line	خط الطرد
Delivery valve	صمام طرد (تصريف)
Derived units	الوحدات المشتقة
Density	الكثافة
Delivery pipe (discharge)	ماسورة التصريف
Diffuser	حارفة (حلقة ناشرة)

Disc fiction	احتكاك قرصى
Discharge pressure fluctuation	تفاوت ضغط التصريف
Discharge static	علو التصريف الاستاتي
Displacement gauge	عداد الإزاحة
Discharge rate	معدل التصريف
Dowel pins	مسامير تثبيت
Drain	صرف (تصفية)
Dynamic suction head	رفع الشفط (المسحب) الدينامي

(E)

Eccentric roller pumps	مضخات الدوارات اللوحية
Elements affecting flow	العوامل المؤثرة في التدفق
Elements governing hydraulic action	العوامل الحاكمة للعمل الهيدرولي
Equivalent length of fittings	الطول المكافئ لل تجهيزات
Evaporative pressure	ضغط التبخير
Expansion joint	وصلات التمدد
Excessive noise	الضوضاء الشديدة

(F)

Fixation	التثبيت
Flange	شفير (فلانجة)
Flow characteristics	خصائص التدفق
Flow elements measurement	قياس عوامل التدفق
Foot valve	صمام قدم
Force unit	وحدة القوة
Foundation	الأساس

(G)

Gauge pressure

ضغط القياس

Gate valve

محبس السكينة (بوابة)

Gear pumps

مضخات القروس

(H)

Head

رأس (علو)

Head measurement

قياس العلو الرأسى

Horse power

قدرة حصانية

Hydraulic balance

اقتزان ايدرولى

Historical review

لمحة تاريخية

(I)

Increaser

زواذة (مسلوب)

Increase of power

زيادة القدرة

Interlocking

تولشج (تعشيق)

Impeller types

دفاعات، انواعها

Inertia

القصور الذاتى

International rules & regulation

القواعد والاشتراطات الدولية

(J)

Jointing

حشية (جوان)

Joseph's well

بئر يوسف

Journals

مرتكزات، محامل (كراسى) ارتكاز لعمود الدوران

(K)

Kinetic energy

طاقة الحركة

(L)

Laminar & turbulent flow
Pipe line network
Liquid discharge
Location
Losses

التدفق الإنسيابي والدوامي
شبهكات للمواسير
تصريف السائل
الموضع
خسائر

(M)

Measurement units
Metals of construction
Mixed flow pump
Motor stool

وحدات القياس
المعادن المستخدمة في الإنشاء
مضخة التدفق المختلط
أريكة الموتور

(O)

Operational troubles
Orifice
Overloading
Overspeed trip

اعطال التشغيل
فتحة، فوهة، فونية
زيادة التحميل
شقاطة تجاوز السرعة

(P)

Pressure gauges
Priming, starting
Pump alignment

اجهزة قياس الضغط
بدء التدوير (التحضير)
استقامة المضخة

(Q)

Quick closing calve

محبس الخلق السريع

(R)

Racing
Reciprocating pump

تسارع
المضخة الترددية

Reciprocating pump advantages	مزايا المضخات الترددية
Reciprocating pump troubles	مقاعب المضخات الترددية
Reciprocating pump divisions	تقسيمات المضخات الترددية
Reciprocating pump without suction	المضخات الترددية بدون صمامات الشفط
Reducer	نقاسة (مسلوب)
Reference line	خط استرشاد (المنصف)
Relative density	الكثافة النسبية (النوعية)
Relation between head and pressure	العلاقة بين الضغط والعلو
Relation between dynamic effects	العلاقة بين العوامل الدينامية
Relation between force, pressure & head	العلاقة بين القوة والضغط والعلو
Relation between inertia & force	العلاقة بين القصور والقوة
Relief valve	صمام التهوية
Resistance in pipe lines	المقاومة في الخطوط
Restriction orifice	فولية تعريق
Rotary pumps	المضخات الدورانية
Rotary pumps advantages	مزايا المضخات الدورانية
Rotary pumps troubles	مقاعب المضخات الدورانية

(S)

Safety valve	صمام أمان (تهوية)
Seal	حبك، حابك (مانع للتسرب)
Self priming centrifugal pumps	المضخات المركزية ذاتية التحضير
Series operation	تشغيل على التوالي
Shaft gland	حاكم التفويت (حابك)
Slice valve	محبس، مكينة

Static and dynamic elements

العوامل الإستاتيكية والديناميكية

Static suction head

رفع الشفط (السحب) الاستاتي

Steady and unsteady flow

التدفق المنتظم وغير المنتظم

Strainers

المصافي

Stripping

تشفيط

Stuffing box gland

جلبة صندوق المشد

Suction lines installation

تركيب خطوط الشفط

Suction loss

فقد الشفط

Suction dynamic head

علو (رأس) السحب الدينامي

Suction pipe

ماسورة الشفط

Suction side

جانب الشفط

Suction static head

علو الشفط الاستاتي

Suction valve

صمام سحب (شفط)

Suction valve control

تحكم في صمام الشفط

Surge chamber

غرفة التمويج (الجهشان)

(T)

Technical terms

المصطلحات الفنية

Throttle valve

صمام خنق

Total dynamic head

العلو الاجمالي الدينامي

Total static head

العلو الاجمالي الاستاتي

Trip trigger

مقاطعة إعتاق

Trouble shooting

تتبع الخلل

(V)

Valves & changing cocks

المحابس وجزرات التحويل

Valve boxes

صناديق المحابس

Vane	ريشة توجيه
Vapour in suction line	بخار في خط الشفط
Vapour locking	انسداد بخارى
Variable displacement pumps	المضخات متغيرة الإزاحة
Velocity head	علو السرعة
Venting valve	صمام تهوية
Viscosity	لزوجة
Viscosity effect	تأثير اللزوجة
Volume & capacity of flow	حجم وسعة التدفق

(W)

Water governor.	حاكم المياه
Wear	تآكل (نحر)
Wear increase	زيادة التآكل (النحر)
Work (energy) unit	وحدة الشغل (الطاقة)

كشف تحليلي

	صفحة	
	(أ)	
Hydraulic balance	١٢٩	إتزان هيدرولي
Pressure gauges	٢٢٠	أجهزة قياس الضغط (مقاييس)
Variable displacement pumps	١١٠	الإزاحة المتغيرة، مضخات
Disc friction	١٢٥، ١٢٤	احتكاك القرص
Centrifugal pump performance	١٢٣	أداء المضخة المركزية
Motor stool	؟	أريكة الموتور
Foundations	١٨٤	أساسات
Reference line	٧٢	استرشاد، خط (المنتصف)
Pump alignment	١٨٦	استقامة المضخة
Air chamber	٨٢	اسطوانة (غرفة) الهواء
Operational troubles	١٧٦، ١١٤، ٩٥	أعطال التشغيل
Bearing overheating	١٨٠	التهاب المحامل
Safety (relief) valve	٧٧	أمان، صمام (تهدية)
Vibrations	١٨٠	اهتزازات
	(ب)	
Joseph's well	١٦	بئر يوسف
Vapour in suction line	٩٦	بخار في خط الشفط
Priming, starting	١٩٥	بدء التدوير (التحضير)
	(ت)	
Wear	١١٦	تآكل (نحر)
Pressure effect	٥٧	تأثير الضغط

	صفحة	
Viscosity effect	١٤٥	تأثير اللزوجة
Abrasion wear	١٣٠	تآكل حاك
Trouble shooting	١٧٦، ١٤٤، ٩٥	تتبع الخلل
Fixation	١٨٣	التثبيت
Priming	١٩٥	التحضير
Suction valves control	٩٥	تحكم في صمامات الشفط
Laminar and turbulent flow	٥٨	التدفق الانسيابي والدوامي
Steady and unsteady flow	٥٨	التدفق المنتظم وغير المنتظم
Discharge pressure fluctuations	٩٨	تراوح ضغط التصريف
Suction lines installation	١٨٨	تركيب خطوط الشفط
Pumps installation & operation	١٨١	تركيب وتشغيل المضخات
Air leakage	٩٦	تسريب الهواء
Series operation	١٣٨	التشغيل على التوالي
Parallel operation	١٤٠	التشغيل على التوازي
Parallel or series operation	١١٥	التشغيل على التوالي أو التوازي
Stripping	٩	تشطيف
Liquid discharge	١٧٨	تصريف السائل
Pumps classification	٢٠	تصنيف المضخات
Air evacuation	٢٠١	تفريغ (استنزاف) الهواء
Reciprocating pumps divisions	٢٤	تقسيمات المضخات الترددية
Cavitation	١٤٤	تكهف
Capacity reduction	١١٧	تناقص السعة
Venting valve	٩٦، ٨٣	تفريغ، صمام
Pipe connections	٢٠٩	توصيلات المواسير

	صفحة	
	(ج)	
Suction side	١٤٠	جانب الشفط للمضخة
Stuffing box gland	١٩٤	جلبة صندوق الحشو
Shaft gland	١٩٤	جلبة العمود
Galvanic action	٤٠	جلفاني، فعل
	(ح)	
Seal	١٢٩	حابك (حاكم التفريغ)
Diffuser	١٢٩	حارفة (حلقة ناشرة)
Water governor	٨٥	حاكم المياه
Volume and capacity flow	٥٧	حجم وسعة التدفق
Heat and work	٥٠	الحرارة وعلاقتها بالشغل
Packing	١٩٤	حشو (باكنج)
Jointing	١٩٤	حشية (جوان)
Wearing rings	١٣١	حلقات تلبس (ناكبة)
	(خ)	
Losses	١٢٥	خسائر
Flow characteristics	٧٩	خصائص التدفق
Delivery line	١٨٧، ٦٨	خط الطرد
Suction line	١٨٨، ٧٠	خط الشفط
Pipelines	٢٠٩	خط المواسير
Physical properties of liquid	٥١	الخواص الطبيعية للسائل
	(د)	
Plunger	٩٢	دافعة
entigrode temperature	٤٨	درجة الحرارة للعتوية

	صفحة	
Impeller types	٤٣، ٣٥	دفعات، أنواعها
Axial thrust	١٣٠	دفع محوري
Belt drive	١٨٤	دوران بالسير
Head	٦٤	رأس (علو)
Net positive suction head	١٤١	رأس (علو) الشفط الموجب للصافي
NPSH	١٤١	ر. ش. م. ص.
Static suction head	٧١	رفع الشفط (السحب) الإمتاني
Dynamic suction head	٧٣	رفع الشفط (السحب) الدينامي
Bellow pump	٩١	رق (رداخ)، مضخة
Blade	٣٥	ريشة
Vane	١٢١	ريشة توجيه (شفرة)
	(ز)	
Increaser	١٨٧	زواطة
Wear increase	١١٦	زيادة التآكل (النحر)
Overloading	١٧٨	زيادة التحميل
Racing	٩٨	زيادة السرعة
Increase of power	١١٧، ٩٨	زيادة القدرة
	(ص)	
Sluice valve	٢١٣	سكينة، محبس
Absolute velocity	٦٥	سرعة مطلقة
Pump capacity	١٣٣	سعة المضخة
	(ش)	
Lines network	٢٤٠، ٢٠٩	شبكات المواسير
Lines network & joints	٢١٠	شبكات المواسير والوصلات
Flange	٢٣١	شفير (فلانجة)

	صفحة	
	(ص)	
Drain	١٨٣	صرف (تصفية)
Corrosion	٤١	صدأ (تصدأ)
Valve		صمام (راجع أيضا محبس)
Safety valve	٢٧	صمام أمان
Check valve	٢١٧	صمام تنعيم (توكيد)
Automatic priming valve	١٩٥	صمام تحضير ذاتي
Relief valve	٢١٨	صمام تهوية
Check valve	٢١٧	صمام توكيد (تنعيم)
Suction valve	٨٧	صمام سحب (شفط)
Delivery valve	٨٧	صمام طرد (تصريف)
Foot valve	١٩٣	صمام قدم
Ball valve	٩٠	صمام كروي
Double seat valve	٩٠	صمامات المقعد المزدوج
Valve boxes	٢١٥	صناديق للمحابس
Pump maintenance	١٩١	صيانة المضخة
	(ص)	
Evaporative Pressure	٥٧	ضغط التبخير (البحار)
Vacuum pressure	٥٥	ضغط التخلخل (التفريغ)
Discharge pressure	٩٨	ضغط التصريف
Atmospheric pressure	٥٥	الضغط الجوى
Gauge pressure	٥٥	ضغط القياس
Absolute pressure	٥٥	الضغط المطلق

	صفحة	
Excessive noise	١١٦	الضوضاء الشديدة
Noise at liquid side	٩٨	ضوضاء في ناحية للسائل
	(ط)	
Kinetic energy	٦١	طاقة الحركة
Potential energy	١٢٢، ٦٣	طاقة الوضع
Equivalent length of fittings	٢٥٩، ٦٨	الطول المكافئ للتجهيزات
	(ع)	
Displacement gauge	٢٢٥	عداد الإزاحة
Relation between head & pressure	٦٢	العلاقة بين الضغط والعلو
Relation between dynamic effects	٦٣	العلاقة بين العوامل الدينامية
Relation between inertia & force	٦٠	العلاقة بين القصور والقوة
Relation between force & pressure & head	٦١	العلاقة بين القوة والضغط والعلو
Total static head	٧٣	العلو الاجمالي الاستاتي
Total dynamic head	٧٥	العلو الاجمالي الدينامي
Discharge static head	٧٣	علو التصريف الاستاتي
Discharge dynamic head	٧٤	علو التصريف الدينامي
Suction static head	٧١	علو الشفط الاستاتي
Suction dynamic head	٧٤	علو الشفط الدينامي
Velocity head	٦٥	علو السرعة
Static and dynamic elements	٦٣	العوامل الإستاتية والدينامية
Elements governing hydraulic action	٦٠	العوامل الحاكمة للفعل الهيدرولي
Elements affecting flow	٦٠	العوامل المؤثرة في التدفق

	صفحة	
Air chamber	٨٢	غرفة (اسطوانة) الهواء
Surge chamber	٨٤	غرفة التمزج (الجيشان)
	(ف)	
Orifice	٢٠٢	فتحة ، فوهة ، فونية
Foundation	١٨٤	فرشة (الأماس)
Suction loss	١١٧	فقد الشفط
	(ق)	
Coupling	١٨٦	قارنة (كوبلن)
Pascal law	٥١	قانون باسكال
Casing types	١٢٥	قرايات (جراب) ، أنواعها
Blind flange	٢١٥	قرص أعمى
Horsepower	١٤٧	قدرة حصانية
Inertia	٦٣	القصور (الذاتي)
Head measurement	٦٦ ، ٦٥ ، ٦٤	قياس العلو (الرأسي)
Flow elements measurement	٦٣	قياس عوامل التدفق
International rules & regulations	٢٢٩	القواعد والاشتراطات الدولية
	(د)	
Piston & cylinder head	٧٩	الكباس ورأس الاسطوانة
Density	٥٢	الكثافة
Relative density	٥٣	الكثافة النسبية (النوعية)
	(ل)	
Viscosity	٥٣	لزوجة
Viscosity effect:	١٤٥	اللزوجة ، تأثيرها

	صفحة	
Historical review	١٥	لمحة تاريخية
Bedplate	١٨٥	الفرش
	(م)	
Fluid entrapped between gear teeth	١٠٣	المائع المحصور بين أسنان القروس
Delivery pipe (discharge)	١٨٧	ماسورة التصريف
Suction pipe	١٨٩	ماسورة الشفط
Reciprocating pump troubles	٩٥	متاعب المضخات الترددية
Rotary pump troubles	١١٤	متاعب المضخات الدورانية
Centrifugal pump troubles	١٧٦	متاعب المضخات المركزية (الطاردة)
Valves and changing cocks	٢١٠	المحابس وجزرات التحويل
Bearings	١٩٥	المحامل (الكراسي)
Gate valve	٢١٣	محبس السكينة (بوابة)
Quick closing valve	٢١٦	محبس الفلق السريع
Butterfly valve	٢١٤	محبس الفراشة
Ball valve	٢١٢	محبس كروي
Autoclean filter	٢١٩	المرشحات ذاتية التنظيف
Reciprocating pump advantages	٢٦	مزايا المضخات الترددية
Rotary pump advantages	٣٢	مزايا المضخات الدورانية
Centrifugal pump advantages	٢٨	مزايا المضخات المركزية
Strainers	٢١٩	المصافي
Technical terms	٧٠	المصطلحات الفنية
Metals of construction	٢٩	المعادن المستخدمة في الإنشاء
Discharge rate	١٣٦	معدل التصريف

	صفحة	
pumps classification	٢٠	المضخات، تصنيفها
Reciprocating pumps	٧٧، ١٩	المضخات الترددية
Reciprocating pumps without suction	٢	المضخات الترددية بدون صمامات الشفط
Gear pumps	١٠٢، ٢٧	مضخات التروس
Eccentric roller pumps	٢٨	مضخات الدوارات الرخوية
Rotary pumps	١٠١، ١٢٥	المضخات الدورانية
Bellow pumps	٩٢	مضخات الرق (الرداخ)
Variable displacement pumps	١١٠	المضخات متغيرة الإزاحة
Centrifugal pumps	١١٩، ١٣٣	المضخات (انطاردة) المركزية
Self priming centrifugal pumps	٢٠٥	المضخات دائية التحصيل
Mixed flow pumps	١٥٥، ٣٧	مضخة التدفق المختلط
Axial propeller pumps	١٤٩، ٣٦	المضخة المحورية
Peripheral pumps	١٥٩، ٣٧	المضخة المحيطية
Portable pumps	١٩	المضخة النقائى
Resistance in pipelines	٦٨	المقاومة فى الخطوط
Pressure gauges	٢٢٠	مقاييس الضغط
Bourdon gauge	٢٢١	مقياس بوردون
Bellow gauge	٢٢٢	مقياس الرق (الرداخ)
Level indicator	٢٢٤	مقياس المنسوب
Bellow gauge	٢٢٣	مقياس المنفاخ
By pass	٢١٥	ممر تحويل
Performance curves	١٤٧، ١٠٢، ٧٩	منحنيات الأداء
Air vent	٨٣	منفذ الهواء

	صفحة	
Pressaure regulator	٨٦	منظمات الضغط
Pipes subject to pressure	٢٤٢	المواسير الواقعة تحت ضغط
Location	١٥١	الموضع
	(ن)	
Packing wear	١٨٣	نحر (تآكل) في الحشو
Centrifugal pump theory	١٢١	نظرية المضخة المركزية
Reducer	١٨٨	نقاسية
	(و)	
Basic units	٤٧	وحدات أساسية
Measurement units	٤٨	وحدات القياس
Derived units	٤٥	الوحدات المشتقة
Work (energy) unit	٤٩	وحدة الشغل (الطاقة)
Pressure unit	٥٠	وحدة الضغط
Power unit	٥٠	وحدة القدرة
Force unit	٤٩	وحدة القوة
Level indication means	٢٢٤	وسائل بيان المستوى
Expansion joint	٢٠٩	وصلات التمدد

قائمة المراجع

1- William Embletm & T. D Morton

Reeds Eng. Knowledge

Reeds 1973.

2- J. Craw ford

Marine & offshore pumping & piping systems

Butterworths 1981

3- L. Sterling

Selection Installation & Maintenance of Marine
Compressors

I. Mar E 1973

4- L. Sterling

Pumping Systems

I. Mar E. 1976.

5- Jica

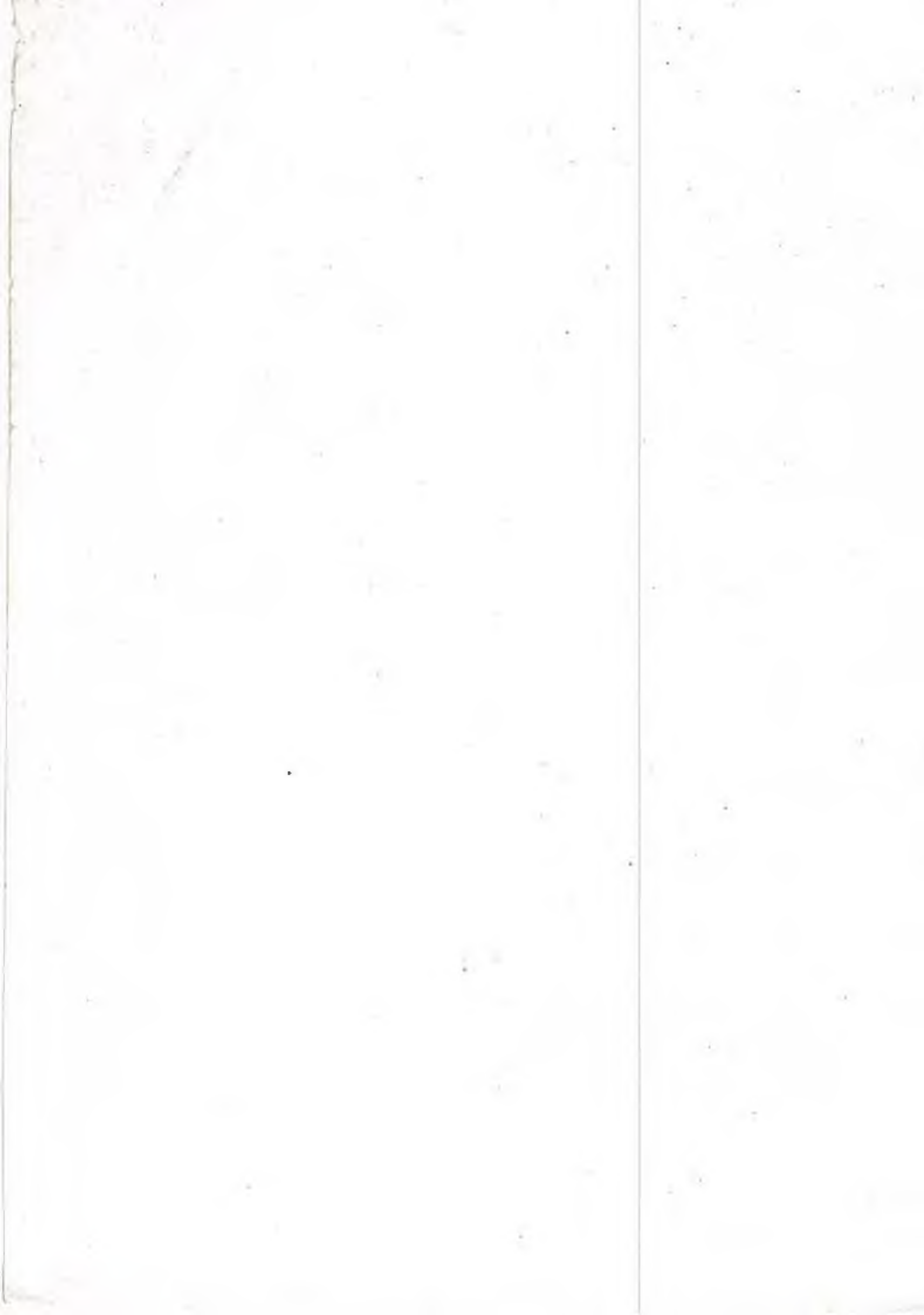
Marine Engines

JICA 1980.

٦- المضخات الهيدروليكية

د. م. محمد فوزي ع. العزيز

الاهرام ١٩٨٠.



يوضح مختلف أنواع المضخات المستخدمة فى المشروعات الهندسية عموما ، وفى دوائر التشغيل الإيدرولى بوجه خاص ، ويبين اختلاف نظرية التشغيل فى كل منها ، ويزودنا بالمعلومات اللازمة لاختيار مضخة مناسبة فى تطبيق محدد وظروف لتشغيل القائمة ، حتى تعمل بأعلى كفاية وأقل النفقات.

وقد أضيفت الى هذه الطبعة باب خاص عن الضواغط الهوائية باعتبارها مضخات للهواء وباب آخر عن الدوائر الإيدرولية والرموز المستخدمة فى شرحها.

وهو كتاب لا غنى عنه لمن يقوم بالعمل فى محطات الضخ البترولى والبحرى وغيرها من المجالات الهندسية من حيث الاختبار والتركيب والتشغيل والصيانة والإصلاح.

المؤلف : محمود ربيع الملط

بكالوريوس هندسة جامعة الإسكندرية ١٩٥٥ ، وماجستير جامعة ستراث كلايد ٧٦ ، عمل على سفن الأسطول البحرى التجارى حتى عام ١٩٧٢ ، والتحق للتدريس بالأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا حتى عام ١٩٩١ ، وانتدب خبيراً فى المنظمة الدولية البحرية للعمل ببنجلاديش عامى ١٩٨٥ ، ١٩٨٦ .

صدر له العديد من الكتب الهندسية ومنها :

- ١- محركات الديزل.
- ٢- أساسيات الهندسة البحرية.
- ٣- هندسة التبريد الصناعى.
- ٤- هندسة بناء السفن.
- ٥- قواعد الأمان الصناعى على السفن.
- ٦- العمارة البحرية.
- ٧- جغرافية النقل البحرى.
- ٨- مسائل فى العمارة البحرية.

المؤلف : محمد عادل المهدي

- حاصل علي بكالوريوس الهندسة الميكانيكية من القاهرة عام ١٩٧٢ .
- عمل في مجال صيانة وإصلاح الأنظمة والمعدات الميكانيكية والسيارات.
- صدرت له عدة مؤلفات عن ميكانيكا السيارات.